

# forum

Das Forschungsmagazin der Fachhochschule Konstanz

Architektur

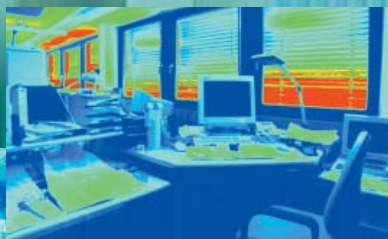
Informatik

Technik

Wirtschaft

ISSN 1619-9812

Ausgabe 2 2002



**Fachhochschule Konstanz**  
Hochschule für Technik,  
Wirtschaft und Gestaltung  
University of Applied Sciences

2000 Jahre

2.000 mm/sec

**FESTO**

**Jobs und Produkte bei Festo:  
Verbindungen, die Geschichte schreiben.**

Neue Funktionsprinzipien sind die Säulen innovativer Produkte. Der pneumatische Muskel MAS beschreitet ein ganz neues Kraft-/Wegverhältnis. Nicht nur in klassischen Aufgabenfeldern der Automatisierung; auch schwierige Umgebungsbedingungen überdauert das hermetisch geschlossene System problemlos. Es müssen ja nicht gleich 2000 Jahre sein.

Keine 2000 Jahre, aber Perspektiven weit über das Jahr 2002 hinaus eröffnen wir engagierten AbsolventInnen der Ingenieurwissenschaften: Zwischen Forschung, Produktmanagement und hoch qualifizierten Vertriebsaufgaben alles, was ein internationaler Marktführer mit 52 Landesgesellschaften und 1,2 Mrd. Euro Jahresumsatz bieten kann.

Sind Sie bereit für epochale Ideen? Machen Sie mit uns Geschichte im Job:

[www.festo.com/jobs](http://www.festo.com/jobs)

## Technik

**Saubermann fürs Stromnetz** 47  
**Leistungsfaktorkorrektur (PFC)**  
**mit Silizium-Karbid-Diode**  
 von Prof. Dr. Manfred W. Gekeler

**Formgedächtnislegierungen und** 51  
**deren Einsatzmöglichkeiten in der**  
**Praxis**

von Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel und  
 Dipl.-Ing. (FH) Joachim Strittmatter

**Förderung des Technikinteresses** 59  
**bei Schülerinnen**

von Prof. Dr. Elkedagmar Heinrich,  
 Dipl.-Psych. Rita Leydel und  
 Dipl.-Ing (FH) Mechthild Nicolin

**DCVT-Twinbelt - Trocken-** 65  
**laufendes CVT-Getriebe mit**  
**Doppelriemenanordnung für**  
**Kraftfahrzeuge**

von Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch  
 und Dipl.-Ing. (FH) Martin Gerlach

**An Innovative Form of Composite** 69  
**Construction**  
**Externally Reinforced Concrete**  
**Beams**

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke  
 und Prof. Franz A. Zahn, Ph.D.

**Automatic Model Generation,** 77  
**Simulation and Control of**  
**hydraulic and pneumatic drive**  
**systems with hypas**

von Prof. Dr. Dr. h.c. Florin Ionescu

**Ermittlung der Griffigkeit von** 88  
**Verkehrsflächen mittels Kfz-**  
**Datenspeicherung**

von Prof. Joachim Lauffer

## Fachhochschule Konstanz

**Vorwort** 5  
 von Prorektor Prof. Dr.-Ing. Paul  
 Gümpel

**Forschung und Entwicklung an der** 6  
**Fachhochschule Konstanz**  
 von Prorektor Prof. Dr.-Ing. Paul  
 Gümpel und Forschungsreferent  
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burger

**Studiengänge an der** 10  
**Fachhochschule Konstanz**

**Experten der Fachhochschule** 11  
**Konstanz - ein Auszug**

## Architektur

**Vision Bodenseestadt** 19  
 von Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hild

**Klimagerechtes Bauen in den** 25  
**Tropen**  
 von Prof. Wolfgang Lauber

## Informatik

**Aiding GPS with neural Network** 30  
**Calibrated Loran-C**  
 von Prof. Dr. Oliver Bittel  
 und Dipl.-Ing Norbert Niklasch

**Restringierte globale Optimierung** 33  
 von Prof. Dr. Jürgen Garloff  
 und Andrew P. Smith

**CRe@M, eine Web-Applikation** 36  
**für Customer Relationship Mana-**  
**gement mit technischen Anlagen**  
 von Bertram Dieterich, Marc  
 Nädele, Michael Pasquariello und  
 Prof. Dr. Hans-Albrecht Schmid

**Geschäftsprozesse in** 41  
**Web-Applikationen**  
 von Prof. Dr. Hans-Albrecht Schmid

## Wirtschaft

**-Business im Mittelstand -** 95  
**Wie Unternehmen aus der**  
**Region Schwarzwald-Baar-**  
**Heuberg ihre Geschäftsprozesse**  
**(r)evolutionieren**  
 von Prof. Dr. Michael C. Hadamitzky  
 unter Mitarbeit von Thomas Alt,  
 Christof Riese und Uwe Roth

**Verlustbeschränkte Finanz-** 99  
**investitionen**  
 von Prof. Dr. Leo Schubert

**E-Learning an der Fachhoch-** 105  
**schule Konstanz:**  
**Das WEB.MBA-Projekt**  
 von Prof. Peter Franklin, M.A.

## Fachhochschule Konstanz

**Projekte** 107

**Vorschau** 114

## Impressum

### Herausgeber:

Fachhochschule Konstanz - Hochschule für Technik,  
 Wirtschaft und Gestaltung, Prorektor für Forschung &  
 Entwicklung, Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel (v.i.S.d.LPrG.)  
 www.fh-konstanz.de, @Fachhochschule Konstanz

### Redaktion:

Dipl.-Ing (FH) Andreas Burger, Referent für Forschung  
 & Entwicklung; Dipl.-Volksw. Sibylle Mühleisen,  
 Dipl.-Pol. Alfred Vanselow

### Fotos:

Archiv, privat

### Anschrift:

fhk-forum, Fachhochschule Konstanz,  
 Brauneggerstraße 55, D-78462 Konstanz,  
 Tel. ++49 (0) 7531 - 206-325,  
 Fax ++49 (0) 7531 - 206-436

### Gestaltung und Anzeigenverwaltung:

bbv nuber visuelle kommunikation,  
 Rheingasse 5, D-78462 Konstanz,  
 Tel. ++49 (0) 7531 - 18047  
 Fax ++49 (0) 7531 - 18045  
 nuber@bbv-design.com, www.bbvd-design.com

### Druck und Weiterverarbeitung:

werk zwei GmbH,  
 Max-Stromeier-Straße 180, D-78467 Konstanz

ISSN 1619-9812, Ausgabe 2, 2002



# Kompetenz durch effiziente Pharmaforschung

*Der Name Byk Gulden steht  
für eine international operierende  
Firmengruppe, die sich auf die Erforschung  
und den Vertrieb innovativer  
Pharmaprodukte spezialisiert hat:  
Therapeutika, Diagnostika und  
Selbstmedikationsprodukte bilden das  
Produktportfolio und die sicheren  
Standbeine des Unternehmens.*

*Im Zuge unseres starken Wachstums  
haben wir aktuell in unseren Standorten Konstanz  
und Singen sowie im Außendienst  
interessante Positionen zu besetzen –  
unter anderem Einstiegschancen  
für Bewerberinnen und Bewerber aus den Bereichen  
Natur- und Wirtschaftswissenschaften,  
Medizin und Pharmazie, Ingenieurwissenschaften  
und Informatik. Wir freuen uns  
auf Ihre Kontaktaufnahme! – Geschäftsbereich Personal*

Im Jahre 1873 zunächst als chemische Fabrik gegründet, repräsentiert Byk Gulden heute eine Firmengruppe mit 30 Tochtergesellschaften im In- und Ausland, fast 7.000 Mitarbeitern und einem weltweiten Geschäftsvolumen von 1,5 Mrd. EURO.

Die Erforschung und Entwicklung innovativer Substanzen nimmt eine zentrale Stellung in unserer Arbeit ein. Unsere Substanz Pantoprazol, ein hochinnovatives Medikament zur Behandlung von Magen- und Darmerkrankungen, gehört zu den seit Jahren erfolgreichsten Neueinführungen auf dem deutschen Pharma-

markt. Weltweit führende Pharmaunternehmen kooperieren mit uns im internationalen Vertrieb von Pantoprazol.

Unsere aktuellen Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich Atemwegserkrankungen. Hier planen wir bis 2003 zwei neue Medikamente zur Behandlung von Asthma und chronischer Bronchitis einzuführen.

Die Byk Gulden Gruppe mit Hauptsitz in Konstanz gehört zur ALTANA AG, ein Unternehmen, das sich mehrheitlich im Besitz der Familie Quandt befindet. Als ertrags- und kapitalstarker Konzern bietet die ALTANA AG die finanzielle Basis für die Entwicklung neuer Arzneimittel zur Unterstützung des Arztes.

Byk Gulden  
Lomborg Chemische Fabrik GmbH  
Postfach 10 03 10  
78403 Konstanz  
[www.byk-gulden.com](http://www.byk-gulden.com)





# Vorwort



von Prorektor Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

Neben der wissenschaftlichen Lehre und der Weiterbildung stellt die Forschung eine wesentliche Grundaufgabe der Fachhochschulen dar. Zusätzlich zum Technologietransfer über das Wissen unserer Absolventen, hat sich diese Forschung zu einem wesentlichen Teil des Wissenstransfers in die regionale Wirtschaft entwickelt. Heute werden an der Fachhochschule Konstanz eine Vielzahl von Projekten und Programmen in der angewandten Forschung, dem Technologietransfer und in der Weiterbildung durchgeführt. Gerade durch die Anwendung von Grundlagen, d. h., durch die angewandte Forschung und über den Technologietransfer wird mitgeholfen, Unternehmungen aus der Region wettbewerbsfähig zu machen.

Mit der nun vorliegenden neuen Ausgabe unseres Forschungsmagazins möchten wir Ihnen eine Zusammenfassung aus den jüngsten Arbeiten im Bereich der Forschung an unserer Hochschule geben. Die Bandbreite der vorgestellten Projekte ist außerordentlich groß. Spiegelt sie doch die sehr breit gespannte Kompetenz der an der Fachhochschule Konstanz angebotenen Forschungsleistungen wieder. Die hier vorgestellten Forschungsprojekte wurden überwiegend unter dem Dach des Instituts für angewandte Forschung (IAF) durchgeführt. Das IAF ist die zentrale anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungseinrichtung der Hochschule zur Schaffung innovativer Techniken und stellt damit eine Dachorganisation für alle forschenden Kolleginnen und Kollegen an unserer Hochschule dar. Insbesondere für Unternehmen, die keine eigene Entwicklungsabteilung unterhalten können, bietet die Hochschule damit ein umfangreiches Dienstleistungsangebot, das zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit genutzt werden kann und genutzt werden sollte. Es werden

daher auch Wege zur Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Wirtschaft aufgezeigt. Ein Auszug aus den Expertenprofilen der an unserer Hochschule tätigen Kolleginnen und Kollegen soll zudem die Bandbreite an Expertenwissen aufzeigen.

Die weiterhin wachsende Bedeutung wissenschaftsbasierter Kenntnisse für die Wertschaffungskette veranlaßt uns auch in Zukunft zu aktiven Forschungsanstrengungen, zur noch besseren Nutzung und systematischen Stärkung der Forschungspotentiale der Hochschule. Es wird auch weiterhin die Entwicklung neuer Wege für die effektive Distribution und Nutzung des an der Hochschule vorhandenen Wissens, insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen erprobt und durchgeführt.

Zur Umsetzung dieser Ziele, die sich die Hochschule als Selbstverpflichtung in ihrer Struktur- und Entwicklungsplanung für die Jahre 2002 bis 2006 auferlegt hat, wird die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung sowie der Technologietransfer gefördert. Die Fachhochschule Konstanz führt zu diesem Zweck Forschungsprojekte durch. Dies sind zum einen eigene frei gewählte Forschungsvorhaben, weiterhin Projekte, die von der Europäischen Union, dem Bund und dem Land Baden-Württemberg gefördert werden sowie Forschungsaufträge, die aus der Wirtschaft an die Hochschule vergeben werden.

In den Unternehmen wird zunehmend erkannt, dass es optimale und nicht maximale technologische Leistungssteigerungen sind, die zu den größten wirtschaftlichen Erfolgen führen. Dieser Erkenntnis kommt das praxisorientierte Profil der Fachhochschule entgegen. Informieren Sie sich in diesem

Magazin anhand ausgewählter Forschungsprojekte über die Leistungsfähigkeit und das Forschungsprofil der Fachhochschule Konstanz und entdecken Sie die Möglichkeiten, die wir Ihnen bieten.

Professor Dr.-Ing. Paul Gümpel  
Prorektor für Forschung und Entwicklung

# Forschung und Entwicklung an der Fachhochschule Konstanz

von Prorektor Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel und  
Forschungsreferent Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burger

## 1. Angewandte Forschung und Entwicklung

Anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung ist Teil des Bildungsauftrages der Fachhochschule Konstanz. Es werden Methoden und Verfahren erforscht, die potentiell in kurzer Zeit in die Wirtschaft transferiert werden können und dort zur Anwendung kommen. Die angewandte Forschung bewegt sich zwischen Grundlagenforschung und wettbewerblicher Forschung und dient mit ihrem charakteristischen Anwendungsbezug in vielfacher Weise der regionalen und überregionalen Wirtschaft sowie der Aktualität der Lehre und hat in Zeiten des Wettbewerbs zunehmend Einfluss auf Profil und Image der Hochschule. Die vorhandene FuE-Infrastruktur ist ein Anreiz für neue Professorinnen und Professoren einen Ruf anzunehmen. Die über Forschungsprojekte beschafften Geräte und Anlagen tragen zur Aktualisierung und Ergänzung der Ausstattung für die Lehre bei; die Teilnahme mit Forschungsprojekten an Messen und Ausstellungen kommt der gesamten Hochschule zugute.

Der ausgewiesene Anwendungsbezug stellt das wohl markanteste Merkmal der Forschung an den Fachhochschulen dar und sichert damit auch die hohe Transferfähigkeit der Ergebnisse hin zur Wirtschaft. An der Fachhochschule Konstanz ist dies nicht anders. Waren die Anfänge der angewandten Forschung und Entwicklung Mitte der 80er Jahre noch bescheiden, ist es durch Professionalisierung und Institutionalisierung gelungen, das Transferangebot in den Bereichen Technik, Wirtschaft und Gestaltung wesentlich zu erhöhen. Heute stellt die Fachhochschule Konstanz ihre Forschungsergebnisse der Wirtschaft zur Verfügung. Die Forschung findet unter dem Dach des Instituts für angewandte For-

schung (IAF) statt. Dieses Institut wurde 1986 gegründet und hat zur Zeit 27 Mitglieder, die sich aus Professoren und Professorinnen der verschiedensten Fachrichtungen der Fachhochschule Konstanz zusammensetzen. In den Projekten des Instituts arbeiten ca. 25 angestellte Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, hinzu kommen Diplomanden, Gastwissenschaftler und Stipendiaten. Das IAF hat einen Jahresumsatz von ca. 1,5 Mio Euro.

Derzeit werden noch effektivere Strukturen für den Technologietransfer entwickelt, um einerseits den Bedürfnissen der Wirtschaft entgegenzukommen, andererseits den hochschulrechtlichen Rahmenbedingungen Genüge zu tun. In den vergangenen Jahren wurden unterschiedliche Transfermodelle entwickelt und eingesetzt, die auf die Bedürfnisse der Unternehmen zugeschnitten sind. Dies bringt allen Seiten Nutzen: Die Wirtschaft profitiert von Innovationen, die aus der angewandten Forschung kommen, die Hochschule profitiert durch weitere Kooperationsprojekte.

Die Wirtschaft profitiert aber nicht nur von der Innovationskraft der Hochschule, sondern auch von ihrem Wissen bei der Kontaktaufnahme mit öffentlichen Förderern. Dazu kommt den Unternehmen die Erfahrung der Hochschule im Projektmanagement zugute. Erfolgreiche Projekte der letzten Jahre, an deren Ende ein neues Produkt steht, beweisen es. Hierzu einige Beispiele:

So wurde gemeinsam mit einem Ingenieurbüro und einer Leistungselektronikfirma ein Photovoltaikwechselrichter entwickelt und zur Serienreife gebracht. In Kooperation mit einem Elektronikhersteller wurde die Leistungsfähigkeit von Drehstromantrieben entscheidend verbessert. Gemein-

sam mit einem Mediziner, einem Getriebebauunternehmen und einem Medizintechnikhersteller werden Produkte zur Knochenverlängerung entwickelt. In Zusammenarbeit mit einer international arbeitenden Sprach- und Kulturorganisation und Verlagen, wurden Lehrwerke entwickelt und im Sprachunterricht in aller Welt eingesetzt. Zusammen mit IT-Firmen wurden Instrumente für deutsch-chinesische Wirtschaftsinformationssysteme entwickelt und für ein Versicherungsunternehmen wurden effizientere Softwarestrukturen entwickelt. Für eine Vielzahl von Unternehmen wurde technologische Beratung durchgeführt, es wurden zahlreiche Prüfaufträge abgewickelt und Optimierungsaufgaben gelöst.

Als Spin Offs gingen aus Forschungsprojekten an der Fachhochschule einige Firmengründungen hervor. Derzeit werden an der Fachhochschule weitere zukunftssträchtige Projekte durchgeführt, etwa die Entwicklung eines Freizeitfahrzeuges, ein Verfahren zum Entfernen von Schwermetallen, Nitrat und Fluorid aus sauren Lösungen, ein optimiertes automatisches Fahrzeuggetriebe, ein Verfahren zur Zustandsermittlung von erdverlegten Kabeln, dem effizienten Lernen von fachspezifischem Englisch, die Entwicklung von Wertemanagementsystemen oder ein linearer Antrieb mit einem aus einer Formgedächtnislegierung geformtem Element.

Besonders hervorzuheben ist der hohe Regionalbezug der Kooperationsprojekte mit der Wirtschaft. Die Auswahl der an der Fachhochschule bearbeiteten Forschungsprojekte wird einerseits durch die vorhandene Industrieerfahrung von den Dozenten bestimmt, sie richtet sich aber andererseits auch nach den Arbeitsfeldern von vorhandenen Industriepartnern. Hierin besteht

eine große Chance für die lokalen Industriebetriebe. Durch gemeinsame Projekte wird das Profil der FH-Forschung auf die spezifischen Probleme eines Partners hin fokussiert und es wird sowohl das Know How auf dem betreffenden Fachgebiet ausgebaut als auch die Geräteausstattung durch entsprechende Projektmittel in diese Richtung verbessert. Es gibt zahlreiche Beispiele wo eine derartige, langfristige Zusammenarbeit zu beiderseitigem, insbesondere jedoch zum Nutzen für den Industriebetrieb geführt hat.

In jüngster Zeit wird recht häufig über die Ursachen für unterschiedliches Wirtschaftswachstum in den verschiedenen Teilen der Welt diskutiert. Wenn man Deutschland mit einem Unternehmen vergleicht, dann macht es sein Geld mit reifen, hervorragenden, aber teilweise eben auch auslaufenden Produkten. Wir feiern zwar jedes Jahr einen Handelsbilanzüberschuss und unsere Exporterfolge zeigen, dass wir gut sind. Doch in ganz wichtigen Technologiebereichen und gerade dort, wo die Zuwachsraten in den nächsten Jahrzehnten besonders hoch sein werden, sind wir relativ schwach. Der entscheidende Unterschied zwischen unserer Forschung und der in den USA scheint vielmehr darin zu bestehen, dass es uns weniger erfolgreich gelingt, neues Wissen unternehmerisch zu nutzen und daraus Beschäftigung und Einkommen zu generieren. An dieser Stelle kommt der Forschung und Entwicklung an den Fachhochschulen eine Schlüsselrolle zu. Angewandte Forschung an Fachhochschulen muss problemorientiert, zielgerichtet und praxisnah sein. Vorrangig sind umfassende Antworten auf die Frage "wie". Da sie reale Produkte untersucht, muss sie in der Lage sein, komplexe Systeme zu bearbeiten. Die Erkenntnisse der Grundlagenforschung bilden dafür das Fundament. Technologietransfer ist nach seinem eigenen Verständnis produkt- bzw. produktionsorientiert und unterstützt eher kurzfristige spezifische Problemlösungen für die Industrie. Die institutionellen Unterschiede zwischen Universitäten, Fachhochschulen und Transfereinrich-

tungen bedingen auch bei der Forschung eine unterschiedliche Rolle und damit auch eine unterschiedliche Marktnähe (Bild). Notwendig für eine gute Wirtschaftsentwicklung sind alle Elemente dieses Instrumentariums, bei der schnellen Umsetzung von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung und/oder Befriedigung von Marktdürfnissen spielt die angewandte Forschung, so wie sie an der Fachhochschule Konstanz betrieben wird, eine entscheidende Rolle.

Bei umfangreicheren Aufträgen wird ein Forschungs- und Entwicklungsvertrag zwischen der Hochschule und dem Unternehmen geschlossen. Darin sind der Gegenstand des Forschungsauftrags, Rechte an Ergebnissen, Geheimhaltungspflichten, Haftungsfragen, Termine und Zahlungsmodalitäten geregelt. Zahlungen werden in der Regel je Quartal oder aufgeteilt nach Vertragsabschluss, Zwischen- und Abschlussbericht vereinbart. Der Forschungsauftrag wird in der Regel zwi-

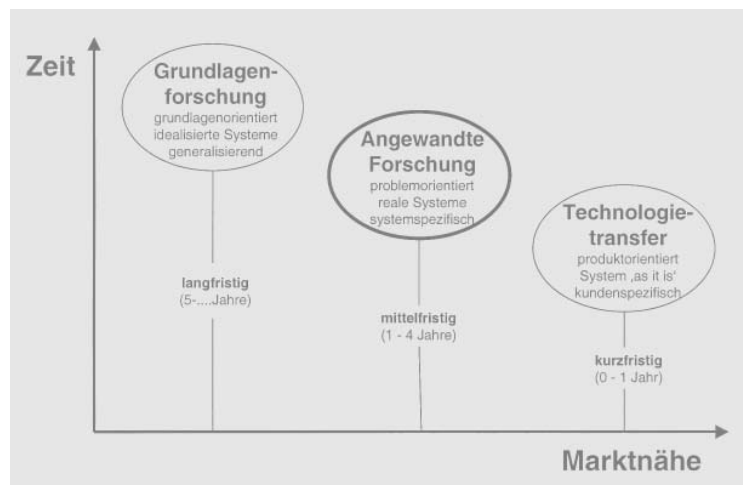


Abb.: Institutionelle Unterschiede zwischen Universitäten, Fachhochschulen und Transfereinrichtungen

Quelle: R.W. Kessler, M. Tübach; "Merkmale nachhaltiger Forschungsstrukturen an Fachhochschulen am Beispiel des Instituts für Angewandte Forschung der FH Reutlingen", FH Reutlingen 1999

## 2. Wie wird Technologietransfer gemacht

Es gibt je nach Anforderung und Umfang eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes, das die Hochschule zusammen mit einem Unternehmen oder für ein Unternehmen durchführt, unterschiedliche Instrumente.

### 2.1 Der Forschungsauftrag

Bei kleineren Aufträgen (unter 20.000 Euro) macht die Hochschule auf Anfrage ein Angebot, beispielsweise für ein Gutachten, eine Machbarkeitsstudie oder eine Materialprüfung. Das Unternehmen erteilt den Auftrag, die Hochschule liefert das Ergebnis und stellt die Rechnung.

schen nur zwei Partnern, dem Unternehmen und der Hochschule, geschlossen.

Bei Forschungsaufträgen werden die entstandenen Kosten in Rechnung gestellt. Grundlage sind einerseits Marktgegebenheiten sowie die Vorschriften des Finanzministeriums. Eine Ingeniurstunde wird mit mindestens 44,- Euro (70.000 Euro für ein Personennjahr), eine Professorenstunde mit mindestens 56,- Euro berechnet. Hinzu kommen Kosten für Raum- und Gerätemutzung sowie Verbrauchsmaterialien nach Aufwand. Mehrwertsteuer wird nicht in Rechnung gestellt. Andererseits ist die Hochschule aber auch nicht zum Vorsteuerabzug berechtigt.



Ist ein Forschungsauftrag im besonderen wissenschaftlichen Interesse der Hochschule, kann von den Pauschalsätzen nach unten abgewichen werden, bis hin zur kostenlosen Bearbeitung.

## **2.2 Die Kooperationsvereinbarung**

Wollen ein Unternehmen und die Hochschule eine langfristig angelegte Zusammenarbeit anstreben, die über mehrere Jahre dauert, wird eine Kooperationsvereinbarung abgeschlossen. Kooperationsvereinbarungen sind dann sinnvoll, wenn das konkret gewünschte Ergebnis noch gar nicht bekannt ist, wenn ein Unternehmen an der aktuellen technisch-wissenschaftlichen Entwicklung aktiv teilhaben will, wenn viele kleine Projekte, die noch gar nicht bekannt sind, über Jahre bearbeitet werden sollen oder wenn Personal aus dem Unternehmen zeitweise in einem Forschungslabor der Hochschule mitarbeiten soll. In einem Kooperationsvertrag kann beispielsweise auch vereinbart werden, dass alle neuen Entwicklungen und Erfindungen in einem bestimmten Gebiet zuerst dem Kooperationspartner angeboten werden. Bei einer Kooperationsvereinbarung beeinflussen sich die Kooperationspartner in der Entwicklungsrichtung gegenseitig.

Eine Kooperationsvereinbarung kann zwischen einem oder mehreren Partnern, beispielsweise der Hochschule und mehreren Unternehmen, oder auch mehreren Unternehmen und mehreren Hochschulen und Forschungseinrichtungen geschlossen werden. Bei größeren Kooperationsverbünden muss einer der Partner die Projektleitung übernehmen.

Bei Kooperationsvereinbarungen erfolgen in der Regel Geld- und/oder Materialleistungen des Unternehmens an die Hochschule für die Forschungsarbeiten am Kooperationsgegenstand.

## **2.3 Der Lizenzvertrag**

Die Hochschule hat Rechte auf Wissen, beispielsweise durch Patente, Gebrauchsmuster oder Urheberrecht geschützt, die sie Unternehmen zur Ausübung einzelner Befugnisse zur Verfügung stellt. Dazu wird ein Lizenz-

vertrag geschlossen. Im Lizenzvertrag ist geregelt, welche Befugnisse ausgeübt werden dürfen. Hat die Hochschule beispielsweise ein Patent für ein Produkt oder Verfahren in Deutschland, Schweiz, Großbritannien und Frankreich, so kann sie eine räumlich begrenzte (nur Deutschland) oder unbegrenzte (alle Länder) Erlaubnis zur Benutzung geben, eine zeitlich beschränkte (beispielsweise 3 Jahre) oder zeitlich unbegrenzte Erlaubnis zur Benutzung geben, und eine ausschließliche (exklusive) Lizenz (das Unternehmen hat das alleinige Recht) oder nicht ausschließliche Lizenz (mehrere Unternehmen haben das Nutzungsrecht) vergeben.

Mit einem Lizenzvertrag für ein Patent kann das Unternehmen das alleinige Recht für die Produktion haben und Konkurrenten von der Nutzung dieses Rechtes ausschließen.

Bei einem Lizenzvertrag wird in der Regel eine jährliche Mindestlizenzgebühr und eine umsatzabhängige Lizenzgebühr (Stücklizenz), evt. nach Verkaufszahlen gestaffelt, vereinbart. Ein Patent kann auch als ganzes von der Hochschule an ein Unternehmen verkauft werden.

## **2.4 Finanzierung**

Forschungs- und Entwicklungsprojekte an der Fachhochschule werden unterschiedlich finanziert. Es werden hier nur Projekte betrachtet, an denen Unternehmen beteiligt sind.

### **2.4.1 Der Forschungsauftrag**

Der einfachste und schnellste Weg zur Durchführung eines Forschungsauftrages eines Unternehmens an der Hochschule ist die alleinige Finanzierung durch das Unternehmen.

Werden öffentliche Hilfen in Anspruch genommen, beispielsweise über Programme des Landes oder des Bundeswirtschaftsministeriums oder der EU wird mehr Zeit benötigt. Es müssen Förderkriterien beachtet werden, Förderungsanträge gestellt werden, das Begutachtungsverfahren muss abgewartet werden, bei Bewilligung müssen Verwendungsbestimmungen und Berichtspflichten eingehalten werden.

Die Hochschule ist Unternehmen bei der Antragstellung behilflich. Diese Art der Projektfinanzierung eignet sich für sehr risikoreiche Forschungsprojekte, die ein Unternehmen nicht selbst finanzieren kann oder die es wegen des Risikos ohne Förderung nicht durchführen würde. Eine Selbstbeteiligung der Unternehmen an den Gesamtkosten eines öffentlich geförderten Forschungsprojektes ist in der Regel erforderlich.

Gegebenenfalls wird die Abwicklung eines Auftrages auch über eine mit der Hochschule kooperierende Transfergesellschaft durchgeführt.

### **2.4.2 Die Kooperation in einem Forschungsprojekt der Hochschule**

Professoren und Professorinnen der Hochschule führen Forschungsprojekte nach eigenen Themensetzungen durch. Die Finanzierung erfolgt auf Antragsbasis über Forschungsförderungsprogramme öffentlicher oder privater Institutionen. Die Einbindung von Unternehmen ist in der Regel sowohl von den Fördereinrichtungen als auch von den Wissenschaftlern gewünscht. Die Einbindung erfolgt nach unterschiedlicher Tiefe, beginnend von einem allgemeinen Erfahrungsaustausch bis hin zu gemeinsamer Zielsetzung. Je weitgehender die Einbindung eines Unternehmens in ein Forschungsprojekt der Hochschule ist, desto umfangreicher ist die finanzielle Beteiligung des Unternehmens am Projekt.

### **2.4.3 Forschungsverbünde**

Branchenübergreifende und internationale Verbünde zwischen einer Vielzahl von Unternehmen, Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen werden dann gebildet, wenn ein entsprechend umfangreiches Forschungsvorhaben bearbeitet werden soll. Große Forschungsverbünde werden über Mittel der Europäischen Union oder Schwerpunktprogramme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung finanziert.

## **2.5 Die Spende**

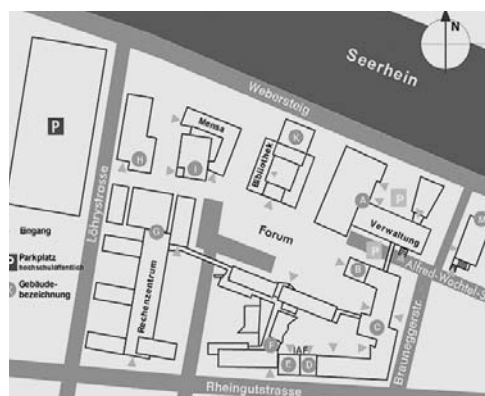
Unternehmen, Institutionen und Privatpersonen können Geld- und Mate-

rialspenden an die Hochschule richten. Spenden können zur freien Verfügung oder zweckgebunden gegeben werden. Mit zweckgebundenen Spenden können Unternehmen die Entwicklungsrichtung der Hochschule beeinflussen. Dies kann geschehen durch Geldspenden, Spende von Laboreinrichtungen bis hin zur Einrichtung von Stiftungsprofessuren. Entspricht die Zweckbindung einer Spende den Aufgaben der Hochschule, wird die Spende angenommen. Spenden sich jedoch grundsätzlich frei von jedweder Gegenleistung. Für Geld- und Materialspenden wird von der Hochschule eine steuerabzugsfähige Spendenquittung ausgestellt.

## Kontakt

Prorektor für Forschung und Entwicklung  
Leiter des Institut für Angewandte Forschung (IAF)  
Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel  
Postfach 10 05 43  
D – 78405 Konstanz  
Tel.: +49 7531 206-112  
e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

Zentralstelle Forschung, Weiterbildung, Öffentlichkeitsarbeit (ZFW)  
Referat Forschung und Entwicklung  
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burger  
Postfach 10 05 43  
D – 78405 Konstanz  
Tel.: +49 7531 206-325  
Fax +49 7531 206-436  
e-Mail: burger@fh-konstanz.de  
**Informationen im Internet:**  
<http://www.iaf.fh-konstanz.de>



Falls Sie mehr über uns wissen möchten -  
die **Rücksendung der ausgefüllten Postkarte**  
genügt!



# Studienangebot

## Diplom-Studiengänge

- Angewandte Weltwirtschaftssprachen / Chinesisch [Dipl.-Wirtschaftssinologie (FH)]
- Angewandte Weltwirtschaftssprachen / Indonesisch [Dipl.-Wirtschaftsmalaologie (FH)]
- Architektur [Dipl.-Ing. (FH)]
- Bauingenieurwesen [Dipl.-Ing. (FH)]
- Betriebswirtschaftslehre [Dipl. Wirtsch.-Wiss. (FH)]
- Elektrotechnik und Informationstechnik [Dipl.-Ing. (FH)]
- Kommunikationsdesign [Dipl.-Des. (FH)]
- Maschinenbau / Betriebs- und Fertigungstechnik [Dipl.-Ing. (FH)]
- Maschinenbau / Konstruktion und Verfahrenstechnik [Dipl.-Ing. (FH)]
- Maschinenbau / Umwelt- und Verfahrenstechnik [Dipl.-Ing. (FH)]
- Software-Engineering [Dipl.-Inf. (FH)]
- Technische Informatik [Dipl.-Inf. (FH)]
- Wirtschaftsinformatik [Dipl.-Inf. (FH)]

## Bachelor- und Masterstudiengänge

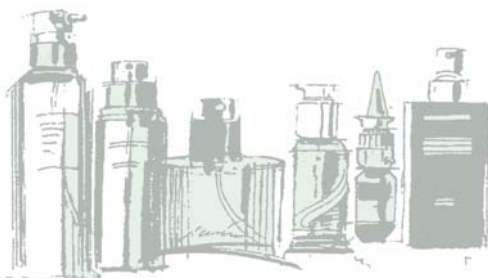
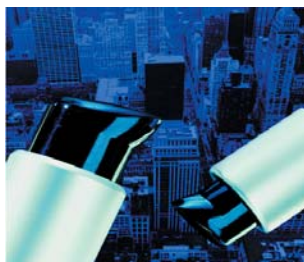
- Architektur (MSc)
- Ingenieurbau (MEng)
- Bauingenieurwesen (BEng)
- Maschinenbau/Betriebs- und Fertigungstechnik (BEng)
- Business Information Technology (MCS)
- Communication Systems Engineering (MSc)
- Mechanical Engineering and International Sales Management (MEng)
- Mechatronik (BSc/MSc)
- Business Administration in Human Capital Management (MBA)
- Business Administration in Accounting and Corporate Finance (MBA)

## ZERSTÄUBER- UND DOSIERSYSTEME

Die Ing. Erich Pfeiffer GmbH ist ein expandierender Hersteller von mechanischen Sprüh- und Dosiersystemen für die pharmazeutische und kosmetische Industrie. Eingebunden in eine international operierende Firmengruppe zählen wir mit unseren Produkten zu den Weltmarktführern. Zur Zeit beschäftigen wir rund 630 Mitarbeiter.

**Ing. Erich Pfeiffer GmbH**  
 Öschlestraße 124-126  
 78315 Radolfzell-Böhringen  
 Tel. 0 77 32/8 01-1 60

## FÜR PHARMAZIE UND KOSMETIK



**Wir suchen laufend qualifizierte  
Nachwuchskräfte.**

**| Pfeiffer |**  
[www.pfeiffer.de](http://www.pfeiffer.de)



# Experten

Auszug aus den Expertenprofilen nach  
jeweils eigenen Angaben

## Architektur und Gestaltung

### Prof. Dr. Immo Boyken

Lehrgebiete: Architekturgeschichte, Architekturtheorie, Bauaufnahme und Entwerfen

Forschungsgebiete: Forschungen zur Entstehung der modernen Architektur  
Spezielles Fachwissen: Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts, Bauaufnahme

Tel.: +49 7531 206-199

e-Mail: boyken@fh-konstanz.de

### Prof. Cengiz Dicleli

Lehrgebiete: Tragkonstruktionen

Forschungsgebiete: Geschichte des Ingenieurbaus

Spezielles Fachwissen: Tragwerksentwurf

Tel.: +49 7531 206-180

e-Mail: dicleli@fh-konstanz.de

### Prof. Josef Lenz

Lehrgebiete: Entwerfen (besonders Wohnungsbau, Museen), Baukonstruktion (besonders Niedrigenergiebauweise, Passivhaus-Standards)

Spezielles Fachwissen: Passivhaus-Entwicklung, Solartechnik, Ausstellungsdesign, Museumskonzepte

Tel.: +49 7531 206-188

e-Mail: jos.lenz@fh-konstanz.de

### Prof. Stephan Romero

Lehrgebiete: Entwurf, Darstellung, Gestaltung

Spezielles Fachwissen: Gebäudeplanung, Stadtplanung, Objektplanung nach HOAI, alle Leistungsphasen

Tel.: +49 7531 206-196

e-Mail: romero@fh-konstanz.de

### Prof. Horst Teppert

Lehrgebiete: Entwerfen und Baukonstruktion

Forschungsgebiete: Entwurfskonzepte für alle Gebäudetypologien, Konstruktion und Detail, Realisierung von Bauten

Spezielles Fachwissen: Kommunale Bauten (Schulen, Rathäuser, Bürgerhäuser, Frei- und Hallenbäder, kirchliche Bauten), Bauten für die Industrie (Verwaltungsbauten und gewerbliche Bauten)

Tel.: +49 7531 206-195

e-Mail: teppert@fh-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke

Lehrgebiete: Stahlbau, Verbundbau und Ingenieurholzbau

Forschungsgebiete: Brandschutztechnische Bemessung, Verbundbau, Stahlbau, Ingenieurholzbau, Stabilitätsprobleme (Biegedrillknicken, Plattenbeulen), Gesamtstabilität, Traglastuntersuchungen, statische und dynamische lineare und nichtlineare Bemessung, Schockbelastungen; Virtuelle Experimente und Simulation in der Lehre

Spezielles Fachwissen: Brandschutztechnische Bemessung im Verbundbau; Industriehallen und Geschossbauten aus Holz, Stahl und Stahl-Beton-Verbund; Parkhäuser aus Stahl-Beton-Verbund; Nichtlineare Berechnungen (Gesamtstabilität, Biegedrillknicken, Plattenbeulen); Transiente Einwirkungen

Tel.: +49 7531 206-217

e-Mail: francke@fh-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Peter Hirschmann

Lehrgebiete: Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hydromechanik/Hydraulik, Ökologie und Raumplanung, Geo-Informationen-Systeme (GIS)

Forschungsgebiete: Ökologischer Gewässerausbau, Retention, Strömung in Gewässern und Rohrleitungen

Spezielles Fachwissen: Wasserwirtschaftliche Planung, Ökologischer Gewässerausbau, Wasser- und Bau-recht einschl. Genehmigungsverfahren, Raumplanung, Hydraulik

Tel.: +49 7531 206-219

e-Mail: hirschma@fh-konstanz.de

### Prof. Dr. Bernd Jödicke

Lehrgebiete: Physik, Lichttechnik

Forschungsgebiete: Lichttechnik/Beleuchtung (Tageslicht, Licht und Mensch, Messung von Licht)

Spezielles Fachwissen: Lichttechnik/Beleuchtungstechnik, Wärmeübertragungsmessung

Tel.: +49 7531 206-345/617

e-Mail: joedicke@fh-konstanz.de

### Prof. Dr. Klaus-Peter Meßmer

Lehrgebiete: Technische Mechanik, Baustatik

Forschungsgebiete: Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragswerken

Spezielles Fachwissen: Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragswerken

Tel.: +49 7531 206-207/212

e-Mail: messmerk@fh-konstanz.de

### Prof. Dr. Wolfgang Reitmeier

Lehrgebiete: Geotechnik (Grundbau, Bodenmechanik)

Forschungsgebiete: Untergrundverbesserung mit Stabilisierungssäulen

Spezielles Fachwissen: Aufstehende und schwimmende Gründungen in weichen Böden, Bemessung, Ausführung, Qualitätssicherung

Tel.: +49 7531 206-224



Fachhochschule Konstanz

**Prof. Dr. Horst Werkle**

Lehrgebiete: Baustatik und Baudynamik, Bauinformatik

Forschungsgebiete: Finite-Element-Methode, Bauinformatik (Ingenieur-Informatik)

Spezielles Fachwissen: Finite-Element-Berechnungen, Baudynamische Berechnungen, Softwareentwicklung/CAD

Tel.: +49 7531 206-164

e-Mail: werkle@fh-konstanz.de

**Prof. Franz A. Zahn, Ph.D.**

Lehrgebiete: Stahlbetonbau, Spannbetonbau, Betontechnologie

Forschungsgebiete: Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken

Spezielles Fachwissen: Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken

Tel.: +49 7531 206-216

e-Mail: fzahn@fh-konstanz.de

**Prof. Eberhart Zoller**

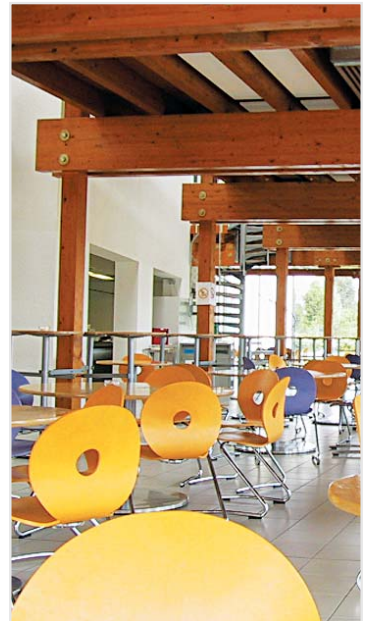
Lehrgebiete: Baubetrieb, Bauvertragswesen, Kalkulation, Projektsteuerung

Forschungsgebiete: Schalungssysteme im Baubetrieb, Patent zur Betonverschalung, Rationalisierung in der Bauwirtschaft, Auslandsbau

Spezielles Fachwissen: Bauprojektplanung, Bauprojektsteuerung, Bauprojektkontrollen, Bauschadensanalysen, Baugutachten, Bauvorlageberechtigung, Ausbildungsberechtigung, Ausführungsberechtigung von statischen und konstruktiven Unterlagen

Tel.: +49 7531 206-221

e-Mail: zoller@fh-konstanz.de



## Elektrotechnik und Informationstechnik

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Birkhölzer**

Lehrgebiete: Mathematik, Informatik, Software Engineering

Forschungsgebiete: Entwurfsmuster für objektorientierte Software, Architektur von vernetzten IT-Systemen (speziell im Gesundheitswesen), wahrscheinlichkeitsbasierte Modellierung von Wissen

Spezielles Fachwissen: IT Architektur (Entwurf, z.B. UML und Umsetzung), Prozessmodellierung, Software-Management, Innovations-Management, Medizintechnik und IT-Systeme für das Gesundheitswesen, Entwurf von wahrscheinlichkeitsbasierten Diagnosesystemen

Tel.: +49 7531 206-239

e-Mail: thomas.birkhoelzer@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Wilhelm Fromm**

Lehrgebiete: Prozessautomatisierung, Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Schutz- und Stationsleittechnik, Programmieren

Forschungsgebiete: Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen)

Spezielles Fachwissen: Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen)

Tel.: +49 7531 206-368

e-Mail: fromm@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Robert Kremer**

Lehrgebiete: Analoge Signalverarbeitung, Hochfrequenztechnik, Mikrowellentechnik

Forschungsgebiete: HF-Sensorik, Antennen

Spezielles Fachwissen: Kurzbereichsfunk, RADAR-Technik, Mikrowellen-Schaltungstechnik, Mikrowellen-Messtechnik

Tel.: +49 7531 206-269

e-Mail: kremer@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Manfred Gekeler**

Lehrgebiete: Leistungselektronik, Elektrische Antriebstechnik, Energiewandlung

Forschungsgebiete: Leistungselektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control

Spezielles Fachwissen: Leistungselektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control, Stromrichter, Frequenzumrichter, Stromversorgungen, Schaltnetzteile (SMPS), Permanentmagnet-Motoren

Tel.: +49 7531 206-220/258

e-Mail: gekeler@fh-konstanz.de



**Prof. Dr. Richard Leiner**

Lehrgebiete: Mikrocontroller, CAE (analog)

Forschungsgebiete: Steuerung, Regelung über Internet, "Virtuelle Labors", Fernlehre, Telematik

Spezielles Fachwissen: CAE (analog), Filterentwicklung (analog), Steuerung, Regelung mit Mikrocontroller, Virtuelle Labors

Tel.: +49 7531 206-244

e-Mail: leiner@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Wolfgang Skupin**

Lehrgebiete: Kommunikationstechnik, Mobilfunk, Mobilkommunikation, CDMA-Technik, GPS

Forschungsgebiete: Wireless LANs, Mobiler Datenfunk, Verkehrsbelastungsszenarien (Kommunikationsverkehr)

Spezielles Fachwissen: Navigation-/Funknavigation/SATNAV, CDMA-Systeme, Wireless LANs

Tel.: +49 7531 206-257

e-Mail: skupin@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Gunter Voigt**

Lehrgebiete: Hochspannungstechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Energieübertragung und -verteilung, Messtechnik

Forschungsgebiete: Optimierung von Isolationssystemen, Methoden der Hochspannungsprüf- und -messtechnik

Spezielles Fachwissen: Untersuchung von Isolationssystemen, Hochspannungsprüf- und -messtechnik

Tel.: +49 7531 206-510

e-Mail: gvoigt@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Klaus Weigelt**

Lehrgebiete: Elektrische Maschinen, Kraftwerkstechnik

Spezielles Fachwissen: Entwicklung von Spezialmaschinen, Sondermaschinen, Kraftwerksgeneratoren, Schaden- und Fehleranalysen; FE-Berechnungen, mechanisch, thermisch, magnetisch, elektrisch; Entwicklung von Anlagenmonitoringsystemen

Tel.: +49 7531 206-245

e-Mail: weigelt@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Roland Weischedel**

Lehrgebiete: Regelungstechnik, Sensoren und Aktoren

Spezielles Fachwissen: Analyse, Identifikation und Simulation dynamischer Systeme, Fuzzy-Regelung

Tel.: +49 7531 206-266

e-Mail: weischedel@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Werner Wolff**

Lehrgebiete: Grundlagen der Elektrotechnik, Übertragungstechnik, Datenübertragung, Optische Nachrichtensysteme

Tel.: +49 7531 206-270

e-Mail: wolff@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Oliver Bittel**

Lehrgebiete: Programmieretechnik, Algorithmen und Datenstrukturen, KI-Programmierung, Neuronale Netze und Fuzzy Logik, Robotik

Forschungsgebiete: Neuronale Netze und Fuzzy Logik, Mobile autonome Roboter

Spezielles Fachwissen: Neuronale Netze und Fuzzy Logik, Mobile autonome Roboter, insbesondere Einsatz von neuronalen Netzen und Fuzzy Logik in Navigationssystemen (GPS, Loran-C)

Tel.: +49 7531 206-626

e-Mail: bittel@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Heiko von Drachenfels**

Lehrgebiete: Software-Entwicklung; Lehrveranstaltungen: Programmieretechnik (mit C++); Objektorientierte Systementwicklung (mit C++, Java, UML)

Forschungsgebiete: Produktivitätssteigerung in der Software-Entwicklung durch Standard-Architekturen und Entwurfsmuster, Software-Generierung, Fachsprachen, objektorientierte Renovierung von Altlasten

Spezielles Fachwissen: verteilte Systeme, Software-Architektur, Software-Engineering, 10 Jahre Praxiserfahrung damit in der Postautomatisierung

Tel.: +49 7531 206-643

e-Mail: drachenfels@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. habil. Jürgen Garloff**

Lehrgebiete: Analysis I und II, Numerische Mathematik

Forschungsgebiete: Wissenschaftliches Rechnen mit automatischer Ergebnisverifikation; Matrix-Analysis, Numerische Lineare Algebra, Robuste Stabilität

Spezielles Fachwissen: Rundungsfehlerkontrolle, Matrix-Analysis, Robuste Regelung, Polynomiale Gleichungssysteme

Tel.: +49 7531 206-597/627

e-Mail: garloff@fh-konstanz.de

# Informatik





#### **Prof. Dr. Michael Grütz**

Lehrgebiete: Betriebliche Systemanalyse/Systemplanung, Betriebliche Systemforschung/Operations Research/Logistik, Informationssysteme öffentlicher Betriebe (Krankenhaus-Informationssysteme) basierend auf einem Planspiel, Informationsmanagement, Projektmanagement

Forschungsgebiete: Entwicklung EDV-gestützter Optimierungsmethoden und -modelle (Operations Research, Expertensysteme, Simulation), im besonderen im Bereich Personaleinsatzplanung, Decision Support Systeme im Bereich Gesundheitsökonomie/Krankenhauswesen

Spezielles Fachwissen: Entwicklung einer rechnergestützten Lösung zur intelligenten Einsatzplanung für Auszubildende, Trainees und Praktikanten (Versetzungsplanung), Entwicklung eines Programmpakets zur rechnergestützten Auswahl und Verwaltung von Bewerbern für Arbeitsplätze, Systemanalyse in einem mittelständischen Betrieb zur Automatisierung von Beschichtungsanlagen

Tel.: +49 7531 206-398/502  
e-Mail: gruetz@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Klaus Hager**

Lehrgebiete: Software-Entwicklung  
Spezielles Fachwissen: Objektorientiertes Programmieren mit C++  
Tel.: +49 7531 206-150  
e-Mail: hager@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Ulrich Hedtstück**

Lehrgebiete: Simulation, Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik, Künstliche Intelligenz

Forschungsgebiete: Simulation (Simulationssoftware für ereignisorientierte Simulationen, Virtual-Reality-Simulationen), Natural Language Processing  
Spezielles Fachwissen: Ereignisorientierte Simulation, Virtual-Reality-Systeme, Natural Language Processing, Expertensysteme

Tel.: +49 7531 206-508  
e-Mail: hdstueck@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Eduard Klein**

Lehrgebiete: Softwareentwicklung, objektorientierte Software, Internet-Software, C++/Java/PHP, Internet-Datenbanken

Forschungsgebiete: Visualisierung von Programmstrukturen, E-Learning  
Spezielles Fachwissen: Kommerzielle Softwareentwicklung, Data Warehousing, Business Intelligence

Tel.: +49 7531 206-512  
e-Mail: klein@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Ralf Leibscher**

Lehrgebiete: Rechner- und Systemarchitektur, Betriebssysteme, Rechnetze, Verteilte Systeme

Forschungsgebiete: Verteilte Systeme, Internet-Anwendungen

Spezielles Fachwissen: CORBA, Enterprise Java Beans, SAP-SW-Technologie (BAPIs, SAP-Internet-Anwendungen, ALE)

Tel.: +49 7531 206-657  
e-Mail: leibsch@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Reiner Martin**

Lehrgebiete: IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS)

Forschungsgebiete: Einführung und Nutzung unternehmensweiter Informationssysteme (ERP-Systeme)

Spezielles Fachwissen: IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS)

Tel.: +49 7531 206-509  
e-Mail: martin@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Jürgen Neuschwander**

Lehrgebiete: Integriertes Netz- und System-Management, Rechnersysteme, Sicherheit in der Informationstechnik, Digitaltechnik

Spezielles Fachwissen: Netzwerk-Management von Kommunikationsnetzen, Entwurf digitaler Steuerungen (einschl. Mikroprozessoren), Informationstechnische Sicherheit (Sicherheit beim E-Commerce), Projekt-Management (Methoden und Durchführung)

Tel.: +49 7531 206-648  
e-Mail: juergen.neuschwander@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Hans-Albrecht Schmid**

Lehrgebiete: Software-Engineering, objektorientiertes Software-Engineering, Benutzeroberflächen, Realzeitsysteme

Forschungsgebiete: Komponentenarchitekturen, Frameworks und Entwurfsmuster für verteilte technische und Business-Softwaresysteme; Web-Anwendungen für E-Business

Spezielles Fachwissen: Komponentenarchitekturen, Frameworks und Entwurfsmuster für verteilte technische und Business-Softwaresysteme; Web-Anwendungen für E-Business

Tel.: +49 7531 206-631  
e-Mail: schmidha@fh-konstanz.de

#### **Prof. Dr. Gert Volland**

Lehrgebiete: Digitaltechnik, Digitale Schaltungsentwicklung, Elektronik, ASIC -Designmethodik

Forschungsgebiete: Designmethodik digitaler, analoger und gemischter integrierter Schaltungen

Spezielles Fachwissen: Entwurf FPGA basierter Schaltungen, Entwurf integrierter Schaltungen, Simulationssoftware für digitale, analoge und gemischte Systeme, Hochsprachen basierte Design Flows; Co-Autor: Handbuch der Electronic Design Automation, Hanser, 2001

Tel.: +49 7531 206-644  
e-Mail: volland@fh-konstanz.de

# Maschinenbau/Betriebs- und Fertigungstechnik

## Prof. Hans-Peter Blank

Lehrgebiete: Mathematik, Qualitätsmanagement

Forschungsgebiete: Qualitätsmanagement (Einführung von QM-Systemen, EFQM-Modell/Malcolm-Baldrige-Assessment u.a., Werkzeuge wie DOE/FMEA+FTA/QFD u.a., Q-Richtlinien in der EU, z.B. Maschinenrichtlinie u.a.m.)

Spezielles Fachwissen: Systemanalysen zur Automatisierungstechnik, Vorbereitung von Zertifizierungen

Tel.: +49 7531 206-288

e-Mail: blank@fh-konstanz.de

## Prof. Dr. Peter Blohm

Lehrgebiete: Konstruktionslehre

Forschungsgebiete: Anlagenbau, Walzwerkstechnik, Maschinenelemente  
Spezielles Fachwissen: Blechbearbeitung, Blechschneiden, Anlagenbau

Tel.: +49 7531 206-560

e-Mail: blohm@fh-konstanz.de

## Prof. Dr.-Ing. Martin Domm

Lehrgebiete: Mathematik, Rechnungswesen / Kostenrechnung für Ingenieure, Produktivitätsmanagement, Automatisierungstechnik

Forschungsgebiete: Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse, Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung  
Spezielles Fachwissen: Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse, Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung, Produktionsmanagement

Tel.: +49 7531 206-277

e-Mail: domm@fh-konstanz.de

## Prof. Dr. Klaus-Dieter Durst

Lehrgebiete: Messtechnik, Sensorik, Fertigungsmesstechnik, Physik  
Spezielles Fachwissen: Sensortechnik, Akustik, exp. mechan. Spannungsanalyse (DMS-Technik), Messsignalerfassung, Signalanalyse, Programmierung von Messtechnik-Applikationen, Kalibriertechnik, Messstatistik, 3D-Koordinatenmesstechnik, interferometrische Messtechnik (Oberflächenmesstechnik)

Tel.: +49 7531 206-344

e-Mail: durst@fh-konstanz.de

## Prof. Dr. Roland Nägele

Lehrgebiete: Steuerungstechnik, Regelungstechnik

Forschungsgebiete: Strukturierte SPS-Programmierung, PC-based control (Soft-SPS), Prüfstandsautomatisierung, Frequenzmessungen und Modellierung  
Spezielles Fachwissen: Zustandsbeobachter, Model-based fault detection, Optimierung der Zuverlässigkeit (dependability), Elektronische Schaltungen, Komplexe Messdaten-Analyse, z.B. Sprungdetektion

Tel.: +49 7531 206-290/276

e-Mail: roland.naegele@fh-konstanz.de

## Prof. Dr. Dieter Schaal

Lehrgebiete: Physik, Programmieretechnik

Spezielles Fachwissen: UNIX-Betriebssysteme

Tel.: +49 7531 206-598/452/348

e-Mail: schaal@fh-konstanz.de

## Prof. Eberhard Schiller

Lehrgebiete: Technische Mechanik, Statik, Methode der finiten Elemente  
Spezielles Fachwissen: Statik, "Festigkeit", Methode der finiten Elemente

Tel.: +49 7531 206-280

e-Mail: schiller@fh-konstanz.de

# Maschinenbau/Konstruktion und Verfahren

## Prof. Dr. Helmut Altmann

Lehrgebiete: Kinematik, Kinetik, Schwingungslehre; Höhere Mechanik, FEM; Regelungstechnik

Forschungsgebiete: Auslegung von Regelkreisen für elektrische Antriebe, Simulation dynamischer Systeme

Spezielles Fachwissen: Flugregelung und Navigation; Trägheitssensorik; Auslegung von Regelkreisen, Simulationen

Tel.: +49 7531 206-319

e-Mail: altmann@fh-konstanz.de

## Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

Lehrgebiete: Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung, Korrosion und Oberflächentechnik

Forschungsgebiete: Mikrobiell induzierte Korrosion, Formgedächtnislegierungen, Korrosionsverhalten von NIRO-Stahl, Leistungsverhalten von Werkzeugen

Spezielles Fachwissen: Korrosionsverhalten von Stählen, Formgedächtnislegierungen, Nichtrostende Stähle, Werkzeugwerkstoffe, Verschleißverhalten von Werkstoffen

Tel.: +49 7531 206-112/316

e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Werner Hofacker**

Lehrgebiete: Thermische Verfahrenstechnik

Forschungsgebiete: Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, erneuerbare Energien)

Spezielles Fachwissen: Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, erneuerbare Energien), numerische Thermodynamik und Fluidodynamik, Simulationstechnik, thermische Stofftrennung

Tel.: +49 7531 206-593

e-Mail: hofacker@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Burkhard Lege**

Lehrgebiete: Konstruktionslehre, Maschinenelemente, CAD

Forschungsgebiete: Schienenfahrzeugtechnik

Spezielles Fachwissen: Schienenfahrzeugtechnik, Automatisierung von Schienenfahrzeugen, Lokomotivbau, Fahrwerkberechnung, internationale Zulassungsanforderungen für Schienenfahrzeuge

Tel.: +49 7531 206-309

e-Mail: lege@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Christian Liess**

Lehrgebiete: Strömungslehre, Strömungsmaschinen (inkompressibel)

Forschungsgebiete: Strömungsprobleme (experimentell und CFD-Simulation), Nachlaufwirbel, Ventilatorentwicklung

Spezielles Fachwissen: Strömungsangeregte Schwingungen, Wasserturbinen, Pumpen, Radialventilatoren

Tel.: +49 7531 206-229

e-Mail: liess@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Peter Meißner**

Lehrgebiete: Mechanische Verfahrenstechnik, Strömungslehre, Thermodynamik, Industrielle Entstaubung, Partikelgrößenmesstechnik

Forschungsgebiete: Klassieren im Nass-Fließbett, Berechnung von Aero- und Hydrozyklonen, Sedimentation hochkonzentrierter Suspensionen

Spezielles Fachwissen: Abscheiden von Feststoffen aus Fluiden

Tel.: +49 7531 206-576/323

e-Mail: meissner@fh-konstanz.de

**Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner**

Lehrgebiete: Verbrennungsmotoren, Kraft-, Arbeitsmaschinen, Mathematik

Forschungsgebiete: Biodiesel und Gasmotoren auf dem Bodensee, Motordiagnose, Motorsimulation

Spezielles Fachwissen: Motorsimulation, Motordiagnose, Verbrennungsentwicklung, Common-Rail

Tel.: +49 7531 206-307

e-Mail: schreine@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Dieter Schwechten**

Lehrgebiete: Konstruktionslehre, Apparatebau, CAD, Mechanik, Technisches Zeichnen

Spezielles Fachwissen: Feststoffverfahrenstechnik, insbes. Mahlen und Sichten; Herstellung, Veredelung und Analyse feiner und feinsten Partikel (trocken, nass); Sortiertechnik und Aufbereitung, Recycling; Konstruktion verfahrenstechnischer Apparate, insbesondere Pharma und lebensmittelgerechtes Design; On-line-Partikelmesstechnik zur Steuerung und Regelung von Mahl- und Sichtenanlagen; Probenahme (kontinuierlich/diskontinuierlich), auch pneumatisch zur On-line-Analyse

Tel.: +49 7531 206-535

e-Mail: schwechten@fh-konstanz.de

## Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

**Prof. Dr. jur. Rainer Bakker**

Lehrgebiete: Wirtschafts- und Gesellschaftsrecht, EU-Recht, Rechtsvergleichung, Konfliktmanagement/Alternative Dispute Resolution (ADR), Gewerblicher Rechtsschutz/Intellectual Property inklusive Medien- und Urheberrecht

Forschungsgebiete: ADR (Einsatz der Mediation und ähnlicher Verfahren im Wirtschaftsrecht) Internationale Zuliefererverträge und Kooperationsverträge (F&E)

Spezielles Fachwissen: Gestaltung internationaler Zuliefererverträge, Alternative Streitbeilegung, Rechtsfragen des e-commerce

Tel.: +49 7531 206-426

e-Mail: bakker@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. rer. pol. Jörg Beutel**

Lehrgebiete: Volkswirtschaftslehre (Mikroökonomie, Makroökonomie), Umweltwissenschaften (Environmental economics), Empirische Wirtschaftsforschung (DV-Anwendungen)

Forschungsgebiete: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (National Accounts), Input-Output-Analyse (Input-Output-Analysis), Europäische Regionalpolitik (Structural Policies), Entwicklungsplanung (Development Planning)

Spezielles Fachwissen: National Accounts (Supply and use matrices, input-output-tables, capital stock data - Eurostat), European Structural Policies (Evaluierung der Europäischen Regionalpolitik - European Commission), Development Planning (Planungsministerium Saudi-Arabien)

Tel.: +49 7531 206-251

e-Mail: beutel@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Konstantin Hassemer**

Lehrgebiete: Internationales Management, Supply Chain Management, Strategie und Kultur

Forschungsgebiete: Strategie und Kultur, Supply Chain Management in Developing Economies

Spezielles Fachwissen: Internationales Marketing, Beschaffungsmanagement

Tel.: +49 7531 206-331

e-Mail: hassemer@fh-konstanz.de







**Prof. Dr. Klaus Kohlöffel**

Lehrgebiete: Strategische Planung  
 Spezielles Fachwissen: Strategisches Management, Internationale Strategieentwicklung, Coaching von Führungskräften  
 Tel.: +49 7531 206-407  
 e-Mail: kohl@fh-konstanz.de

**Prof. Christian Krekler**

Lehrgebiete: Deutsch als Fremdsprache, Fachsprache der Wirtschaft für Studierende des Studienkollegs  
 Forschungsgebiete: Fremdsprachenunterricht, Computereinsatz im Fremdsprachenunterricht, Sprachtests  
 Spezielles Fachwissen: Lehrerfortbildungen in der Moderationsmethode  
 Tel.: +49 7531 206-395

**Prof. Dr. Arthur Kröner**

Lehrgebiete: Buchführung und Jahresabschluss, Kosten- und Leistungsrechnung, Allgemeine bzw. Grundlagen der BWL, Existenzgründung, Controlling, Unternehmenskrisen  
 Forschungsgebiete: Unternehmensgründung, Kostenrechnung, (Prozesskostenrechnung), Zielsysteme  
 Spezielles Fachwissen: Total Quality Management, Gastronomie  
 Tel.: +49 7531 206-550  
 e-Mail: akroener@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Jan-Dirk Rosche**

Lehrgebiete: Veranstaltungen im Themenbereich, Personal, Organisation, Führung, Projekt-, Team-, Selbst-Management; Inhouse- und Outdoor-Veranstaltungen  
 Forschungsgebiete: Unternehmerisch orientierte Humancapital-, Leadership- und Organisationsentwicklung und -beratung; Orientierungs-/Assessment-Center, Life- & Work-Planung, Coaching  
 Spezielles Fachwissen: Tätigkeiten und Führungsaufgaben in international tätigen Konzernen der Chemie- und Automobilindustrie im klassischen Human Resources Management, Personalmarketing sowie innovativer und strategischer Personal- und Organisationsentwicklung, Beratungs- und Trainingserfahrung in Profit- und Non-Profit-Organisationen, Zusatzausbildungen in systemischer und gestaltpsychologischer Beratung und im Career Development  
 Tel.: +49 7531 206-403  
 e-Mail: rosche@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Edmund Schiffels**

Lehrgebiete: Internationales Management, Controlling/Logistikcontrolling  
 Spezielles Fachwissen: Unternehmensführung im internationalen Konzern, Finanzwesen/Controlling (Logistik), Sanierungsprojekte in kleinen Unternehmen  
 Tel.: +49 7531 206-338  
 e-Mail: schiffel@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. habil. Josef Wieland**

Lehrgebiete: BWL mit Schwerpunkt Wirtschafts- und Unternehmensethik  
 Forschungsgebiete: Theorie: (Internationale) Wirtschafts- und Unternehmensethik, Organisation und WerteManagement, Neue Organisationsökonomik/Institutionalistische Theorie der Firma, Angewandte Ethik/Sozialethik, Unternehmenskultur und -kommunikation, Unternehmen und Gesellschaft, Ökonomische Theoriegeschichte; Empirie: International vergleichende Forschung (Deutschland/USA/Russland) zur Entwicklung von Systemen des WerteManagements in Unternehmenskulturen; Organisatorische Möglichkeiten der praktischen Implementierung und Entwicklung von WerteManagement in der Unternehmenskommunikation und im Integritäts-Management  
 Spezielles Fachwissen: Fort- und Weiterbildung: Durchführung von Seminaren zu Unternehmenskultur und WerteManagement für deutsche Unternehmen; Consulting: Entwicklung und Implementierung von EthikManagement- und EthikAudit-Systemen in Unternehmen; Beratung der Yabloko Fraktion der DUMA, Moskau (Projekt Wirtschaftsethik in Russland), der EU-Kommission, Brüssel (Arbeitsgruppe Education for Democratic Citizenship), Bund deutscher Arbeitgeber (BDA), Berlin (Arbeitsgruppe Code of Conduct), der Kirchlichen Akademie der Lehrerfortbildung, Obermarchtal (Curriculum Wirtschaftsethik für Katholische Freie Schulen in der Diözese Rottenburg-Stuttgart)  
 Tel.: +49 7531 206-404  
 e-Mail: wieland@fh-konstanz.de

# B/S/H/

BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH



Die BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH ist ein internationaler Konzern mit einem Umsatz von über 6 Milliarden Euro. Wir entwickeln, produzieren und vertreiben weltweit hochwertige elektrotechnische Gebrauchsgüter. Kreativität und exzellente Technik machen uns zum Innovationsführer der Branche. Höchste Funktionalität, einfache Bedienung und absolute Umweltverträglichkeit sind unser Maßstab. Unsere Produkte gehören zum Leben.

Wir suchen Sie als

## Management-Trainee m/w

für unser 15-monatiges internationales Trainee-Programm Challenge in den Bereichen

/ **BETRIEBSWIRTSCHAFT** (Controlling und Rechnungswesen)

/ **MARKETING**

/ **VERKAUF**

/ **EINKAUF**

/ **PERSONAL**

/ **FINANZEN**

/ **INFORMATIONSTECHNOLOGIE**

/ **TECHNIK**

**UNSER ANGEBOT** Wir bieten Ihnen die Möglichkeit, sich systematisch auf Ihre Karriere in einem leistungsstarken Unternehmen vorzubereiten. Von Anfang an übernehmen Sie anspruchsvolle Aufgaben in Ihrem Fachbereich und arbeiten in zum Teil länderübergreifenden Projekten mit. Ihre praktischen Erfahrungen werden durch unsere begleitenden Fach- und Führungseminare an der BSH Academy ergänzt. Als Trainee stehen Sie im ständigen Dialog mit unserem Top-Management und lernen hautnah die vielfältigen Herausforderungen einer internationalen Führungsposition kennen.

**IHR PROFIL** Sie wollen erfolgreich sein und setzen sich selbstbewusst für Ihre Ziele ein. Sie sind flexibel, neugierig und offen für neue Ideen. Sie haben einen Hochschul- oder Fachhochschulabschluss, der Ihren fachlichen Zielen entspricht. Ihre Stärken sind eine selbstständige Arbeitsweise, Eigenverantwortlichkeit und Einsatzfreude. Sie arbeiten strukturiert und sind auch unter Zeitdruck belastbar. Es macht Ihnen Spaß, Projekte in interdisziplinären Teams umzusetzen. Wegen der internationalen Anbindung sind gute Englischkenntnisse wichtig.

**WILLKOMMEN** Senden Sie Ihre Bewerbung an die BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, Herrn Werner Schol, Hochstraße 17, 81669 München, Tel. 089/45 90-22 16 oder per eMail an [werner.schol@bshg.com](mailto:werner.schol@bshg.com). Herr Schol informiert Sie gerne detailliert über Ihre Möglichkeiten im Rahmen unserer Challenge Trainee-Programme. Besuchen Sie uns auch im Internet unter [www.bsh-group.de](http://www.bsh-group.de). Wir freuen uns darauf, Sie kennen zu lernen.

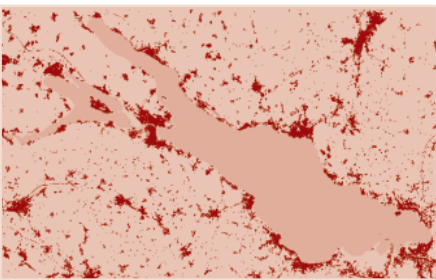
# Architektur

## Vision Bodenseestadt

### Forschung im Spannungsfeld der öffentlichen Diskussion

von Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hild

In dem programmatischen Titel des Forschungsprojekts der Fachbereiche Architektur und Bauingenieurwesen spiegelt sich das Ziel wider, die städtebaulichen Strukturen im Bodensee-raum neu zu bewerten und zukünftigen Handlungsbedarf zu definieren. Die Städte entlang des Bodenseeufer sind nicht länger als isolierte, autonome Einheiten zu betrachten, sie interagieren vielmehr in einem komplexen Beziehungsgeflecht. Kennzeichnend für die heutige Situation ist die mittlerweile fast lückenlose, bandartige Bebauung des Bodenseeufer wie auch das überörtliche Handeln der Bewohner. Diese Neuinterpretation der Region, entsprechend der aktuellen Vernetzungstheorien, impliziert ein Umdenken in der Stadtplanung, mit dem Ziel eines abgestimmten Vorgehens der heute noch weitestgehend autonom agierenden kommunalen Planungsabteilungen.



Bebauung im Bodenseeraum - Bandstadtstruktur am Ufer

Quelle: Regionalverband Hochrhein-Bodensee/  
Vision Bodenseestadt

innerhalb der Handlungsfelder wurde somit erstmals erläutert und Lösungsansätze aufgezeigt, wobei auf recherchierte Beispiele aus der Praxis und auf studentische Arbeiten der vergangenen Jahre zurückgegriffen werden konnte.

Die Ausstellung und die sie begleitende öffentliche Diskussion und Medienberichterstattung dienten hierbei mehreren Zielen. Einerseits sollte durch die Arbeit in und mit der Öffentlichkeit die Thematik publik gemacht werden und die Hochschule dadurch als Impulsgeber für die Region präsentiert werden. Andererseits steht die städtebauliche Forschung in der Tradition der sozialen Handlungswissenschaften und zieht einen Teil ihrer Erkenntnisse somit aus der Kommunikation mit der Öffentlichkeit.

#### Vision im öffentlichen Raum

Die Ausstellung "Vision Bodenseestadt - Urbanität, Mobilität, Vernetzung" wurde als multimediale Präsentation realisiert und an mehreren Orten im Bodenseeraum gezeigt: in Singen im Rahmen der Landesgartenschau im Juni 2000, in Konstanz Anfang 2001 und zuletzt in Radolfzell im November 2001. Zudem konnte das Projekt im Jahr 2000 auf Einladung im Rahmen der Bodensee-Agenda-Tagung in Bregenz und auf dem Forschungstag der Fachhochschulen in Esslingen vorgestellt werden.

Um die Komplexität der somit zum Ziel erhobenen Netz- bzw. Regionalstadt Bodensee operationalisierbar zu machen, wurden in einem ersten Schritt drei Handlungsfelder definiert - Urbanität, Mobilität, Vernetzung -, im Zuge der weiteren Forschungsarbeit untersucht und für die Diskussion in der Öffentlichkeit in Form einer Ausstellung aufbereitet. Die Problematik



v.l.n.r.: Ausstellungen in Konstanz, Singen und Radolfzell

Quelle: Vision Bodenseestadt, Christoph Hild



Prof. Frid Bühler



Prof. Raimund Blödt



Christoph Hild,  
Dipl.-Ing. (FH)



Faruk Murat,  
Cand. Arch.



Jörg Seifert,  
Cand. Arch.



Herman Bentele,  
freier Architekt



Heike Eberhardt, freie Architektin

Während die Ausstellung für ein breites Publikum konzipiert wurde, war es Ziel, mit den jeweiligen Eröffnungsveranstaltungen Fachleute und Kommunalpolitiker aus der Region anzusprechen und öffentlich über die Perspektiven der vorgestellten "Vision Bodenseestadt" zu debattieren. In initiierten Vorträgen wurden im Rahmen der Abendveranstaltung einerseits das Projekt, andererseits Beispiele von im Sinne des Projekts vorbildlichen Stadtplanungen vorgestellt. Mit Thomas Sieverts konnte für die Konstanzer Veranstaltung einer der führenden Vertreter der Netzstadt-Theorie als Referent gewonnen werden.

Die außerordentlich gute Zusammenarbeit mit dem Sponsor Gasversorgung Süddeutschland GmbH (GVS) war insbesondere für die Vorbereitung der Veranstaltungen und die Öffentlichkeitsarbeit sehr hilfreich. Aufgrund der professionellen Unterstützung durch die Agentur Markt + Marketing, Düsseldorf, wurde die gewünschte öffentliche Resonanz erreicht. Auch die Zugriffszahlen auf die Website des Forschungsprojekts und die Anfragen regionaler Organisationen an das Projekt bezeugen die Wirkung in der Öffentlichkeit.

Die professionelle Öffentlichkeitsarbeit ist vor allem auch deshalb hervorzuheben, da Stadtplanung eine Disziplin darstellt, die eingebunden ist in den politischen Meinungsbildungsprozess. Die Implementierung stadtplanerischer Absichten im öffentlichen Raum ist Teil der Aufgaben des Städtebaus. Insofern stellt das Forschungsprojekt für die Lehre ein Anschauungsbeispiel hinsichtlich der öffentlichen Kommunikation dar.

### **Bindeglied Bodenseestadt**

Auftakt für die Reihe von Ausstellungen war der Auftritt im Rahmen der Singener Landesgartenschau. Eigens angefertigte Ausstellungsboxen dienten in dem von den Stadtwerken Singen zur Verfügung gestellten Festzelt als Präsentationsräume für die insgesamt drei interaktiven Projektionen, aus denen sich die Ausstellung im wesentlichen zusammensetzt.

Ziel der Veranstaltung war es zunächst das Projekt als ganzes und die Thematik der Vernetzung vorzustellen. Zu einer Podiumsdiskussion im Rahmen einer Sonntagsmatinee konnten führende kommunale Stadtplaner und Architekten aus der Region gewonnen werden, um über die "Vision Bodenseestadt" zu diskutieren. Das international besetzte Podium war sich über die Bedeutung einer Vernetzung der Region weitgehend einig.



*Podiumsdiskussion auf der Landesgartenschau in Singen*

*Quelle: Vision Bodenseestadt/Christoph Hild*

Im Verlauf der Diskussion wurde jedoch klar, dass zur Zeit durchsetzungsfähige, grenzübergreifende regionalplanerische Institutionen und Instrumente fehlen, um dieses Ziel der Vernetzung zu erreichen. Es wurde festgestellt, dass entgegen der Vielzahl auf internationaler Ebene agierender Organisationen eine, an den konkreten

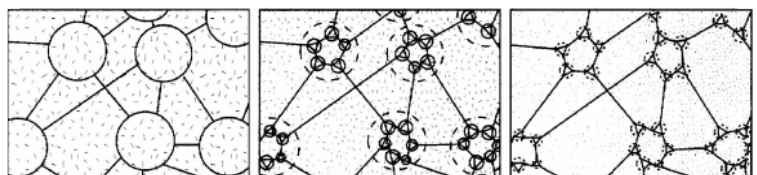
Bedürfnissen der Städte orientierte, interkommunale Kooperation - etwa in Form eines Bodensee-Städtebunds - schneller zu konkreten Ergebnissen führen könnte.

Die Diskussionsbeiträge zeigten zudem, dass in den Teilregionen oft unterschiedliche Vorstellungen über die Bedeutung der Bodenseeregion und ihre räumliche Abgrenzung vorherrschen. Allgemein kann festgestellt werden, dass die Teilräume sich entsprechend ihrer nationalen und topografischen Ausprägung, nicht zwangsläufig zum See als einer gemeinsamen Mitte hin orientieren. Insofern bietet sich mit der Neudefinition der Seeregion gemäß einer grenzübergreifenden Netzstadt auch die Chance, den See in seiner Funktion als zentrales verbindendes Element zwischen dem Großraum Zürich, Vorarlberg, Schussental und der Achse Singen-Konstanz zu stärken.

Eine demgemäße offene Definition der Bodenseestadt entspricht insofern der Netzstadtidee, als sie im Kern ein Beziehungsgeflecht von Orten nachzeichnet, die, je nach Bezugsebene bzw. Skala, auch über große Distanzen interagieren.

### **Stadtufer, Bahnbrachen, Peripherie**

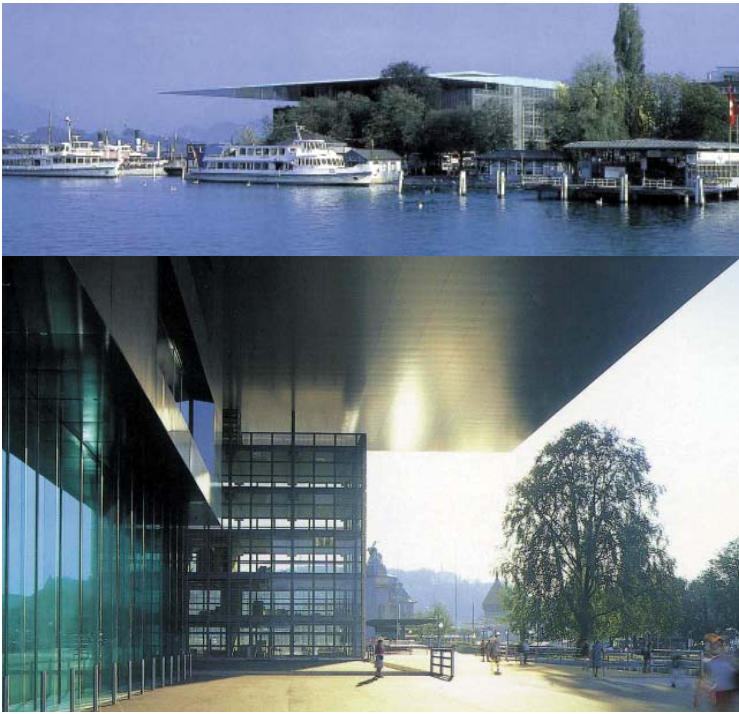
Die Konstanzer Veranstaltung entstand unter dem Arbeitstitel Urbanität. Ziel war es, sowohl die Veränderungen im Städtebau zu thematisieren, als auch die für die Region spezifische Bedeutung des Sees als urbanes Element in der Stadtlandschaft Bodensee zu beleuchten.



*Die Knoten in einer Netzstadt auf verschiedenen Skalen nach Franz Osswald*

*Quelle: aus P. Baccini, F. Osswald: "Netzstadt", Zürich 1998*





*Ortsbild prägende Architektur am Vierwaldstättersee: Das Kultur- und Kongresshaus Luzern von Jean Nouvel*

Die städtische Ausprägung der Uferkante findet man am Bodensee nur als historisches Zeugnis. In vielen Fällen durch die Bahngleise vom See getrennt, findet städtische Bebauung - und damit auch ein Großteil des öffentlichen Lebens - ohne Bezug zum See statt. Die auch für das Standortmarketing wichtige Ressource See bleibt weitgehend unberücksichtigt.

In der Schweiz geht man andere Wege: Prof. Dieter Geissbühler, Architekt und Stadtplaner aus Luzern, führte anhand der Planung der Stadt Luzern, die in Größe und Lage mit den größeren Bodenseestädten vergleichbar ist, vor Augen, wie der See als prägendes Element in die Stadt einbezogen werden kann. Konsequenterweise hat Luzern in den letzten Jahrzehnten wichtige öffentliche Plätze und Infrastruktureinrichtungen zum See hin orientiert. So entstanden auf der gegenüberliegenden Seite der Altstadt mit dem Bahnhofsvorplatz, dem Neubau des Bahnhofs (Santiago Calatrava Valls, 1984-1989) und dem benachbarten Kultur- und Kongresshaus (Jean Nouvel, Fertigstellung 1999) urbane Elemente von hoher architektonischer Qualität in unmittel-

barer Nähe zum Seeufer. Insbesondere das Kultur- und Kongresshaus unterstreicht die Bedeutung des Sees als urbane Attraktion: das weit auskragende Dach inszeniert den See, indem es dem Blick einen Rahmen gibt und einen öffentlichen Ort am See definiert.

Auf die Bedeutung solcher prägnanter Architekturen und einer professionellen Ästhetik im Umgang mit dem Stadtbild wies zuvor Thomas Sieverts hin. In seiner Rede, in der er zunächst die gesellschaftlichen Parameter beleuchtete, die für die Dispersion der Stadt verantwortlich sind, machte er deutlich, dass in der veränderten Landschaft bzw. verlandschafteten Stadt erst durch prägnante Architekturen Orientierbarkeit im Sinne des Soziologen Kevin Lynch geschaffen wird. Zu den Gestaltungsaufgaben in der dispersen Stadt erläutert er: "Die eigentliche professionelle Ästhetik setzt da an, wo wir es mit dem neuen öffentlichen Raum im Maßstab der Agglomeration zu tun haben. Das ist der öffentliche Nahverkehr, die moderne Stadtbahn, das sind die großen verbindenden Verkehrsstraßen, das sind die Ränder der Siedlungen zur offenen



*Thomas Sieverts auf der Podiumsveranstaltung im Konstanzer Kulturzentrum*

*Quelle: Vision Bodenseestadt/Christoph Hild*

Landschaft, das ist der ganze Bereich der offenen Landschaft, der von den großen Verkehrsachsen aus gesehen werden kann. All das ist potentieller, unmittelbar benutzter, visueller, öffentlicher Raum."



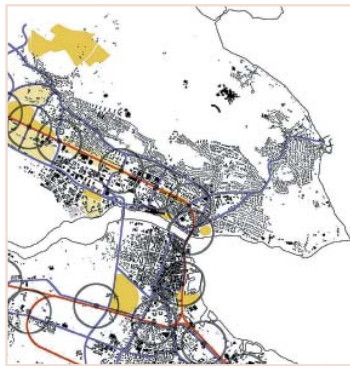
Mit Blick auf die Randlagen der Städte wurde in der den Vorträgen folgenden Podiumsdiskussion das Thema städtischer Ästhetik noch einmal aufgegriffen. Insbesondere in den Bereichen, in denen die Städte an ihren Rändern "mit dem Hinterteil voran" (Sieverts) aufeinander zuwachsen, sei infolge der Dispersion der Stadt ein Aufgabengebiet entstanden, das bislang vernachlässigt wurde. Gerade hier sind in den letzten Jahrzehnten durch Einkaufszentren und Sportstätten Orte mit wichtigen zentralörtlichen Funktionen entstanden.

Als weitere große städtebauliche Herausforderung wurde die momentan durch die Umstrukturierung bei den Bahnbetrieben entstandene Chance einer Konversion brachliegender, seenernahe Bahnflächen erörtert. Es konnte gezeigt werden, dass der lang gehegte Wunsch, den seit Einführung der Eisenbahn fehlenden direkten Zugang von der Stadt zum See zu schaffen, bei entsprechender Planung möglich ist. Auch eine städtische Bebauung am See, die das Ufer im Innenstadtbereich als urbanes Element in den Lebensalltag der Bewohner einbeziehen würde, ließe sich auf den Flächen der Bahn realisieren. Des Weiteren konnte belegt werden, dass bei einer Konversion der Bahnflächen auf Landschaft verbrauchende Stadterweiterungen in peripheren Lagen verzichtet werden kann. Neuartige Typologien im Sinne des urbanen Einfamilienhauses, wie sie etwa der aktuelle holländische Wohnungsbau aufweist, könnten als Vorbild für eine Bebauung der innerstädtischen Brachen dienen.



Amsterdam-Sporenburg nach der Konversion des Hafengebiets;

Quelle: Christoph Hild



Konstanz: Potential für innere Stadterweiterungen im Einzugsbereich der Bahn;

Quelle: Vision Bodenseestadt

Die Diskussion legte jedoch offen, dass Klärungsbedarf besteht, inwieweit sich eine, für eine umfassende städtebauliche Überplanung der Bahnareale wünschenswerte Reduktion der Schienenstränge auf nur noch zwei Stadtbahngleise, z.Z. politisch durchsetzen lässt. Vor allem die kommunalpolitischen Vertreter wiesen auf einen möglichen Imageverlust hin, der mit einem vollständigen Rückzug der Deutschen Bahn einhergehen würde. Insbesondere die Stadt Konstanz, die gezwungen ist, sich in ihrer Rolle als Oberzentrum der Region zu behaupten, ist um einen Ausbau des Standortes als Mobilitätsknoten bemüht und daher scheinbar gezwungen, an veralteten Mobilitätskonzepten festzuhalten.

Mithin wurde anhand dieser Problematik deutlich, dass lokale Rivalitäten aufgrund fehlender interkommunaler Zusammenarbeit und veralteter regionalplanerischer Ansätze, das Haupthindernis zur Lösung drängender städtebaulicher Probleme darstellen. Eine Abkehr vom Modell der Zentralen Orte, an das die Verteilung öffentlicher Finanzmittel gekoppelt ist, zugunsten des weitgehend hierarchiefreien Ansatzes der Netzstadt, könnte helfen, diese politischen Zwänge und das "Kirchturmdenken" der Gemeinden aufzubrechen.

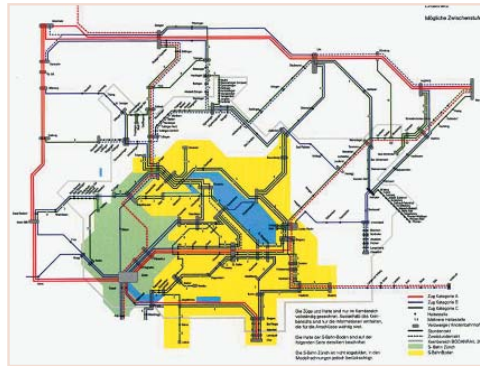
## Bahnvisionen

"Stadt und Bahn" lautete der Titel der abendlichen Veranstaltung in Radolfzell. Das Anliegen von Vision Bodenseestadt ist es, einerseits mit dem Thema auf die zentrale Bedeutung der Bahn als konstituierendes Element einer ökonomisch wie ökologisch sinnvollen, vernetzt gedachten Stadtentwicklung hinzuweisen. Andererseits sollten die in der Konstanzer Veranstaltung zuvor erörterten Entwicklungschancen der innerstädtischen, seenernahe Bahnbrachen und des Bahnbetriebs mit Experten und Vertretern der Bahn stärker beleuchtet werden.

Handlungsbedarf besteht zur Zeit in beiden Bereichen: Zum einen wächst in der Bevölkerung der Unmut über die Verkehrsleistungen der Bahn, zum anderen klagen die Städte über die Stagnation bei den Verhandlungen mit der Bahn über die Nutzung brach gefallener Gleisareale. Defizite sind aber auch auf Seite der Städte auszumachen, da sie ihrerseits weiterhin Bauland in peripheren Lagen ausweisen, statt die Entwicklung der Brachen und gleisnaher Gebiete zu forcieren.

Dass das alles auch anders geht, wurde auch hier durch Beispiele aus der Schweiz gezeigt. In Zug - das konnte Harald Klein, Stadtplaner des Kantons Zug, berichten - entstehen mit Realisierung der neuen Stadtbahn weitere Haltepunkte entlang der bestehenden Schienenstrecke. Die Haltepunkte stellen Kristallisationspunkte für die geplanten Stadterweiterungen dar. Die Stadtbahn ergänzt als urbanes Verkehrsmittel das ÖPNV-Angebot und soll den geplanten Regionalbahnhof Rotkreuz bedienen. Sie nutzt dazu die vorhandenen Gleise der SBB. Erst in einem zweiten Schritt ist eine Ausweitung des Stadtbahnnetzes mit zusätzlichen, innerstädtischen Gleisen geplant.

Insbesondere die Verknüpfung der Stadtbahn als innerstädtisches öffentliches Verkehrsmittel mit einem zentralen Regionalbahnhof entspricht den Zielvorstellungen des Forschungsprojekts. Zu ähnlichen Überlegungen



Die Stadtbahn: städtisches Verkehrsmittel als Überlandverbindung;

Quelle: Karlsruher Verkehrsverbund

Wenige Fernbahnhaltstellen und ein leistungsfähiges Regional- und S-Bahn-Netz: Liniennetzplan der Studie „BODAN-RAIL 2020“;

Quelle: Pierre Strittmatter et al.: "Das Konzept BODAN-RAIL 2020"

kommt auch die im September 2001 veröffentlichte Studie "BODAN-RAIL 2020", die eine Vernetzung der Städte im Bodenseeraum mit dem Schienenverkehr im Stundentakt zum Ziel hat. Pierre Strittmatter, Regionalplaner aus St. Gallen und Projektleiter, erläuterte die internationale Studie. In einem Knotenmodell, das auf Systemzeiten von einer halben Stunde basiert, werden die Fernbahnanlüsse der Region zunächst auf die Knoten Singen und Bregenz reduziert. Diese Regionalbahnhöfe - sowie alle anderen Orte untereinander - werden mit Regionalzügen und S-Bahnen bedient. Und das mit deutlichen Vorteilen für die Fahrzeiten und das Bahnangebot.

Strittmatter wies jedoch darauf hin, dass ein solches Konzept, wie es in der Schweiz schon in großen Teilen realisiert worden ist, nur bei entsprechendem politischen Willen und öffentlicher Förderung zustande kommen kann. Vor dem Hintergrund der 1999 abgeschlossenen Privatisierung der Deutschen Bahn, sind die 70% der veranschlagten 2,5 Milliarden Euro, die auf den deutschen Strecken zur Realisierung von "BODAN-RAIL 2020" investiert werden müssten, eine große Hürde. Denn, das macht Wolfgang Seidemann von der DB-Regio AG in der Podiumsdiskussion klar, die Bahn ist durch die Privatisierung zum Sparkurs gezwungen. Schon allein die dringend erforderliche Modernisierung des alten Zugmaterials, das in der Bodenseeregion zum Einsatz kommt, wird aufgeschoben.

Die Deutsche Bahn AG erweist sich auch in Bezug auf den überfälligen Rückbau nicht benötigter Bahnanlagen

und der damit verbundenen möglichen Umnutzung der Gebiete und Neugestaltung des Seezugangs als Hürde. Der Radolfzeller Oberbürgermeister Jörg Schmidt und der Leiter der dortigen Stadtplanungsabteilung Lothar Huber wiesen während der Podiumsdiskussion auf die Schwerfälligkeit der Bahn in Bezug auf die Verhandlungen über die betreffenden Gebiete hin. Verantwortlich für die derzeitige Stagnation seien vor allem die häufig wechselnden Zuständigkeiten bei der DB AG.

Insgesamt hat die Radolfzeller Veranstaltung gezeigt, dass entscheidende Impulse zur Realisierung zentraler Anliegen der Bodenseestadt nur von einer besseren Zusammenarbeit von Stadtplanung und Bahn zu erwarten sind.

## Resümee und Ausblick

Die Ausstellungen und Veranstaltungen haben dazu beigetragen, die Idee der Vernetzung der Bodenseestädte in die Öffentlichkeit zu tragen und somit auf den Prüfstein zu stellen. Durch die positive Resonanz sieht sich die Forschungsgruppe ermutigt, weiterzumachen und die Thematik zu vertiefen. Insbesondere Entwicklungen wie die Fusion von Finanzinstituten am See, die Einführung gemeinsamer Verkehrsangebote oder die Realisierung der Katamaranverbindung zwischen Konstanz und Friedrichshafen, zeigen erste Tendenzen einer beginnenden Vernetzung innerhalb der Region.

Weitgehend unbehandelt bleibt weiterhin hingegen die Frage der Stadtplanung unter Einbindung der Bahn und der in ihrem Besitz befindlichen Brachflächen. Untersuchungen zur Realisierbarkeit von Planungen entlang der Bahnbrachen in Bezug auf die Interessenlage bei Bahn und Kommunen sieht Vision Bodenseestadt als zukünftigen Arbeitsschwerpunkt. <



"Jahrhundertchance Bahnbrachen - Beispiel Romanshorn"



**LINNIG**  
Antriebstechnik

Ihr Ansprechpartner:  
Frau Krug

LINNIG  
Antriebstechnik GmbH  
Riedheimer Str. 5  
88677 Markdorf  
Tel. 07544 / 96 40  
Fax. 07544 / 62 18  
[www.linnig.com](http://www.linnig.com)

## Bei uns werden Ihnen keine Steine in den Weg gelegt, im Gegenteil ...

*Bewegung ist unser Erfolg. Dabei legen wir besonderen Wert auf höchste Präzision, solide Qualität und Konstruktion nach neuesten Erkenntnissen.*

*Unsere 100 Mitarbeiter beliefern heute weltweit 200 Kunden in 30 Ländern, über die Hälfte unseres Umsatzes erzielen wir im Inland.*

*Dank unserer innovativen Produkte erwarten wir aus heutiger Sicht eine weiterhin positive Geschäftsentwicklung.*

*Das schnelle und erfolgreiche Wachstum ist nur durch unsere Mitarbeiter möglich. Wir suchen engagierte junge Leute, Diplomand/innen, Praktikanten, Absolventen*



für die Entwicklung  
in den Bereichen  
Maschinenbau und Elektrotechnik  
Mechatronik

Wir sind gespannt auf Ihre Vorschläge und Themen Ihrer Diplomarbeiten !

Bebauung  
Stadtwerkegelände  
Friedrichshafen



## Ed. Züblin AG Bauunternehmung

Mit über 10 000 Mitarbeitern sind wir eines der großen deutschen Bauunternehmen mit Niederlassungen und Tochtergesellschaften im In- und Ausland, auch in Ihrer Nähe.

Wir planen, bauen und betreiben Projekte aller Art. Durch unsere Innovationskraft und technische Leistungsfähigkeit halten wir eine starke Stellung auf dem deutschen wie auch auf dem internationalen Baumarkt.

**Haben wir Ihr Interesse geweckt ? Rufen Sie uns einfach an !**

Aistegstr. 41  
**88046 Friedrichshafen**  
Tel.: 075 41/703-0  
Fax: 075 41/703-223  
eMail: [info.ez-fn@zueblin.de](mailto:info.ez-fn@zueblin.de)  
[www.zueblin.de](http://www.zueblin.de)



**Ed. Züblin AG**

**Ihr kompetenter Partner für alle Bereiche des Bauens**



# Architektur

## Klimagerechtes Bauen in den Tropen

von Prof. Wolfgang Lauber

Die traditionelle anonyme Architektur der Tropen hat weltweit über lange Zeiträume hinweg intelligente Bauformen, Baukonstruktionen und Raumfolgen entwickelt für das Wohnen, die Arbeit, die Kultur und die Religion ihrer agrarisch geprägten Gesellschaftsformen unter den harten klimatischen Bedingungen des tropischen Klimas.

Für die "Dritte Welt" in den Tropen führte die Begegnung mit der europäischen Zivilisation durch die Kolonisation im 19. Jahrhundert zu einem Zusammenbruch ihrer traditionellen Kulturformen. In den vergangenen 100 Jahren, vor allem seit der Unabhängigkeit der jungen Staaten, wurden große bauliche Investitionen geleistet, die jedoch selten unter Beachtung der besonderen Bedingungen des tropischen Klimas erfolgten.

Ein Beispiel ist die neue Stadterweiterung von Timbuktu aus der französischen Kolonialzeit. Es zeigt die städtebaulichen Fehlansätze, wenn die Prinzipien des traditionellen Städtebaus im trockenheißen Klimaraum nicht beachtet werden.



*Neue Stadterweiterung von Timbuktu in Mali im trockenheißen Klimaraum ohne Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse:*

*offene ungegliederte Straßenräume ohne Verschattung durch enge Gassen und hohe Randbebauung, wie sie im älteren Stadtkern noch erhalten sind, öffnen sich gegenüber dem sandtragenden Harmattan-Wind und versanden dadurch die historische Innenstadt.*

Viele Neubauten zeigen heute die stereotypen architektonischen Gestaltungsansätze des europäischen gemäßigten Klimas mit teilweise nachteiligen Konsequenzen für die ökologische Konzeption des Gebäudes, wie die Beispiele der Verwaltungsbauten in Bamako.



*Bank in Bamako mit allseitiger Neigung der Fassaden zur Sonne, deshalb Aufheizung des vollklimatisierten Baues von morgens bis abends.*



*Kulturzentrum in Bamako mit falschem Gebäudeprofil durch Zuwendung der geneigten Fläche zur Sonne*

Von derzeit 6 Milliarden Menschen (im Jahre 2000) leben 5 Milliarden in der Dritten Welt, bis zum Jahre 2020 angewachsen auf 10 Milliarden, davon 9 Milliarden in den Entwicklungsländern.

Die Bevölkerungsexplosion in den jungen Staaten wird in Zukunft große Bauaufgaben für den Wohnungsbau, Verwaltung, Kultur und Soziales erfordern, die mit den überholten europäischen Schematismen nicht mehr zu bewältigen sein werden.



**Prof. Wolfgang Lauber**

*lehrt im Studiengang Architektur und Gestaltung der Fachhochschule Konstanz, Lehrgebiet: Architektur in den Tropen. Seine Forschungsarbeiten befassen sich mit traditioneller und deutscher Kolonialarchitektur in Kamerun, Togo und Mali sowie mit "Bauen in der Dritten Welt" in Brasilien und Mali, speziell Wohnbauten für die Favelas und Ausbildungszentren in Rio de Janeiro. Er hat zahlreiche Bücher veröffentlicht und hielt Gastvorträge v.a. an der University of California, Berkeley.*

Vor diesem Hintergrund kann ein Rückgriff auf die baulichen Erfahrungen der traditionellen anonymen Architektur der Tropen wesentliche und vorbildhafte Hilfestellung bieten. Mein Lehrgebiet "Architektur der Tropen" befasst sich deshalb mit den Prinzipien des Bauens in den Tropen. Sie wurden in einer vorausgegangenen analytischen Phase erarbeitet durch DFG und IAF-finanzierte Forschungsprojekte über die traditionelle Architektur des feuchtheißen Klimaraums des Regenwaldes in Kamerun und des trockenheißen Klimas der Savanne in Mali.

In einer ersten daran anschließenden konstruktiven Phase wurden diese Prinzipien umgesetzt durch die Entwicklung einer zeitgemäßen Architektur durch Studentenentwürfe und Diplomarbeiten in Brasilien.

Nach dem Lehrprinzip "Learning by doing" konnten zunächst mit Unterstützung des DAAD Bonn im feucht-heißen Klimaraum Brasiliens drei Projekte für kostengünstige Wohnbauten in den Favelas von Rio de Janeiro, einer Berufsschule in Rio und einem Kinderdorf in Tangua bei Rio realisiert werden (siehe "Forum" 2001, Forschungsmagazin der FH KN und "Horizonte" 19/2001, Forschung an Fachhochschulen in Baden-Württemberg). In einer weiteren Phase haben wir uns dem trockenheißen tropischen Klima der afrikanischen Savanne zugewandt. Durch das Forschungsprojekt über die traditionelle Lehmarchitektur der Dogon ("Architektur der Dogon" Prestel Verlag 1998), das von der UNESCO und Kulturabteilung des deutschen Auswärtigen Amtes unterstützt wurde, konnten zunächst in einer vorbereitenden analytischen Phase die Prinzipien für ein klimagerechtes Bauen im trockenheißen Klimaraum erarbeitet werden.

### 1. Die trockenheiße Klimazone der Savanne

Die Savanne ist im Gegensatz zum geschlossenen unübersichtlichen Regenwald durch die Offenheit bestimmt. Der lockere Bewuchs mit freistehenden Einzelbäumen und freien Grasflächen schafft Überblick und Weite. Die Savanne bietet durch ihre Offenheit keinen Schutz wie der dichte Regenwald, sondern Mensch und Tier sind der Offenheit ausgesetzt. Das Klima ist geprägt durch Hochdruckwetter mit starker Sonnenstrahlung, durch Trockenheit mit wenig Niederschlägen in einer kurzen Regenzeit von Juli bis September, starken Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht und kräftigen Winden aus Nordost.

Die mangelnde Wasserversorgung, in der Regel nur durch nichtversiegender Tiefbrunnen in wenigen Senken, bestimmt die Lage der Siedlungen.

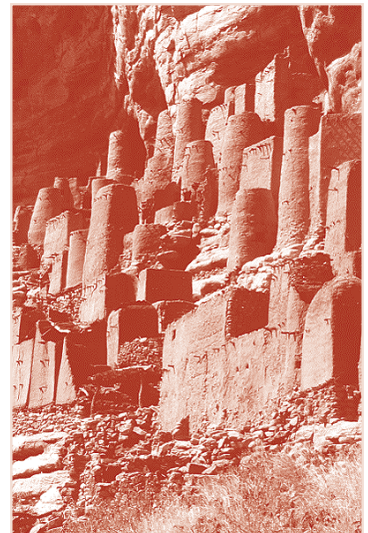


*Dachlandschaft des Dogondorfes Ireli  
Geschlossene Bauformen mit engen verschatteten Wohnhöfen und Dachterrassen*

Die fruchtbaren Böden der Getreideanbauflächen profitieren nur von der kurzen Regenzeit. Wenn, wie im Dogonland, das Land nur wenig fruchtbaren Boden bietet, werden die Siedlungen zur Schonung der Anbauflächen auf topographische Randzonen gedrängt.

In der Savanne lebt der bäuerliche Mensch mit der Natur und versucht die natürlichen Reserven zu schonen.

Der Baustoff der Savanne ist der Lehm. Er ist überall reichlich vorhanden durch die geologische Zersetzung des Granituntergrundes zu Ton mit eingewehem Sand, und wird als Massivbauweise genutzt. Bauholz ist selten und muss von weither transportiert werden.



*Traditionelle Bauformen der Dogon:  
Ein Dogondorf in der offenen Savanne  
Malis bietet Schutz durch städt. Dichte  
und Umwehung.  
Der Klimaschutz wird durch verwinkelte  
Wegeführung als Windschutz und  
massive dämmende Lehmbauweise  
gegen die starken Temperaturschwankungen erreicht.*



## 2. Prinzipien für das klimagerechte Bauen in den trockenheißen Tropen

### 2.1 Siedlungs- und Stadtstruktur

Dichte, geschlossene Bebauung "verwinkelte" Führung enger Strassen und Gassen zur Reduktion von heißen und sandtragenden Winden. Windbarrieren am Rande der Siedlungen durch Mauern oder dichte Schutzpflanzungen. Gegenseitige Beschattung der hohen Bauten an den engen Gassen. Schattenspendende breitkronige Bepflanzung von Straßen, Plätzen und Höfen oder schattengebende transluzente Überdachung durch leichte Gewebe, Gitterstrukturen oder bepflanzte Pergolen.

### 2.2 Gebäudetypologie

Geschlossene Architektur mit Kernzonen (Redit) oder Innenhöfen. Kompakte mehrgeschossige Bauformen in enggestellten Gruppen, Reihenhäuser oder Hofhäuser mit Veranda, verschatteten hohen Wohnhöfen. Öffnung der zum Außenraum geschlossenen Baukörper zu verschattenden Verandaumgängen oder hohen Innenhöfen mit Entlüftung durch Kaminwirkung (Thermik). Zusätzliche Verbesserung des Kleinklimas mit Hofbrunnen und Bepflanzungen. Flachdächer aufgrund geringer Niederschläge mit Nutzung als Schlafterrassen in den abkühlenden Nächten. Verringerung der Sonnenstrahlungsbelastung durch

a) Nord-Südausrichtung der Gebäudefassaden mit geschlossenen Baukörpern nach Ost und West zum Schutz vor der flacheinfallenden Morgen- und Abendsonne.

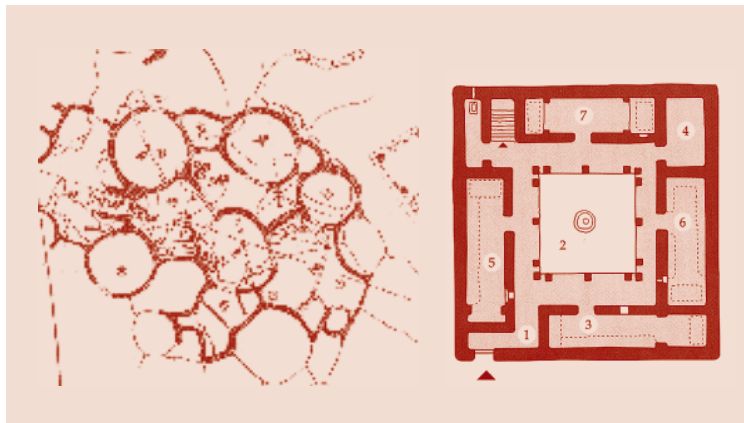
b) Innere Kernnutzungszonen (Schlafräume) durch außenliegenden Kranz von Pufferräumen mit Oberlicht.

c) Benutzungszeitraum der Aufenthaltsräume im Tagesverlauf für die Lage innerhalb des Gebäudes maßgebend:

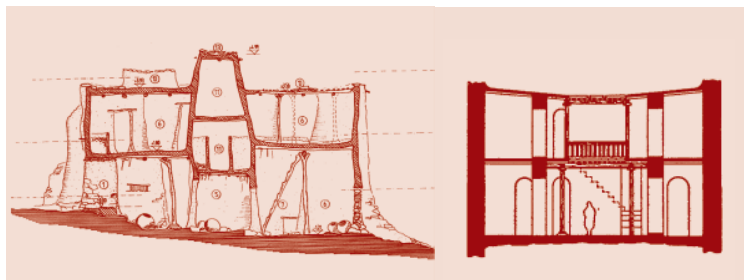
Schlafräume im Osten – Südosten mit Abgabe der tagsüber aufgenommenen Wärme in den frühen Abendstunden. Wohnräume und Arbeitsräume an der West – Nordwestseite mit Wärmeabgabe in den späten Abend- und Nachtstunden während der Nachtruhe (früher Sonnenuntergang in den Tropen).



Stadt und Siedlung  
Plan einer nordafrikanischen Stadt (Ausschnitt von Djenné)



Gebäudetypologie  
Grundriss eines Kernhauses mit innerer Redit-Zone im Dogonland  
Grundriss eines Hofhauses in Djenné am Niger in Mali



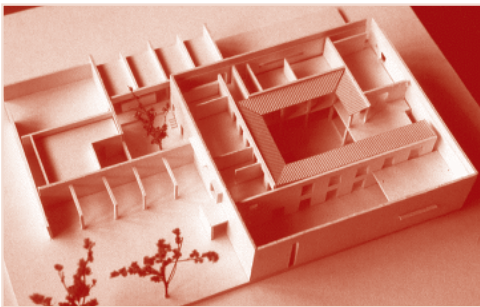
Raumgestalt  
Schnitt durch ein Kernhaus der Dogon in Mali  
Schnitt durch ein Hofhaus in Djenné in Mali

### 2.3 Bauweise und Konstruktion

Massivbauweise mit schweren wärmespeichernden Stoffen wie einschaliger Lehm oder Naturstein und Beton mit zweischichtiger dämmender Innenschale. Geschlossene Baukörperausbildung mit wenigen Öffnungen zur Belichtung und Belüftung.

In einer weiteren kreativen Phase konnten wir in Studentenentwürfen die Umsetzung dieser Prinzipien für ein klimagerechtes Bauen in den trocken-heißen Tropen erproben.

Für das reale Projekt eines Kulturzentrums im Dogonland von Mali, das von der Europäischen Kommission finanziert wird, konnten wir einen Diskussionsbeitrag leisten für eine Architektur mit den neuen Funktionen eines öffentlichen Kulturzentrums in einer traditionellen Kulturlandschaft.



*Kulturzentrum Bandiagara/Mali, Projekt 2000, FH Konstanz, Gisela Kretschmann  
Baukörper nach außen geschlossen und Öffnung der Nutzräume zum hohen verschatteten Innenhof durch Loggia-Umgänge und Damm*

Ein zweites Bauvorhaben konnte im Rahmen eines vom DAAD und IAF finanzierten Partnerschaftsprojektes unserer Hochschule mit der Universität E.N.I. von Bamako begonnen werden im hochschuldidaktischen Sinne des "Learning by doing".

Für ein kleines Dorfmuseum im Dogonland wurden nach dem Vorbild der traditionellen Dogonwohnbauten die Entwürfe und Ausführungspläne an unserer Hochschule und mit den Kol-

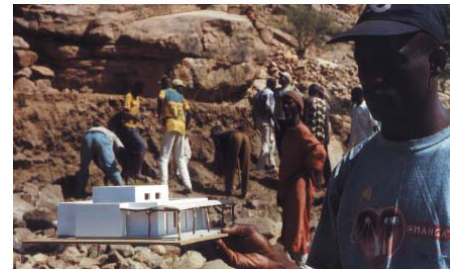
legen der E.N.I. diskutiert, kritisiert, erarbeitet und die Baukosten von einem einheimischen Bauunternehmer kalkuliert.

Zur Einfügung in die traditionelle Kulturlandschaft wird das Gebäude in einer zweischaligen Massivbauweise mit außenliegendem Natursteinsichtmauerwerk und innenliegendem dämmendem Lehmziegelmauerwerk errichtet. Flachdächer in traditioneller Lehm- oder Ziegelschicht mit zusätzlicher Folienzwischenschicht zur sicheren Regendichtung mit nach außen führenden Wasserspeichern unterstützen den Einfügungsgedanken in die bauliche Umgebung des Lehmdorfes. Das Museum erhält in Anlehnung an die traditionelle Dogonarchitektur einen geschützten "Redit"-Innenraum für die Ausstellung mit umgebenden wärmeisolierenden "Pufferräumen", die wiederum Nord-Süd querbelüftet sind. Das Gebäude ist nach Osten gegen den vorherrschenden sandtragenden Harmattan-Ostwind geschlossen, ebenso gegen die flache Morgen- und Abendsonne. Dies verringert die Aufheizung der Nutzräume, wozu auch die nach Süden vorgelagerte offene Loggia beiträgt.

Während des Staatsbesuches unseres Bundespräsidenten Rau in Mali im Januar 2002 wurde beim Besuch des kleinen Dorfes Enndé eine Finanzierung des von uns geplanten Museums zugesagt, weil das Projekt als vorbildhaftes Beispiel beurteilt wurde.



Im Laufe einer Workshop-Woche konnten wir gemeinsam mit den malischen Studenten und der Dorfbevölkerung die ersten Geländearbeiten, die Fundamente und Bodenplatte verwirklichen.



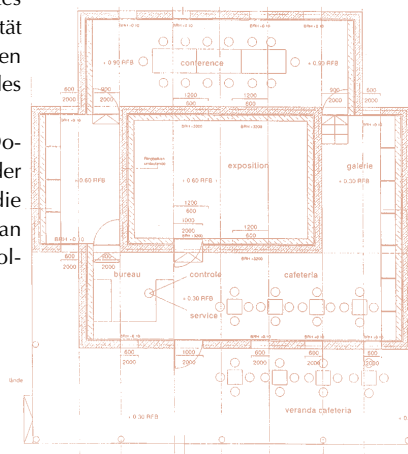
*Museum im Dogonland/Mali  
Baustelle Sommersemester 2002*

Die gemeinsame Erfahrung der malischen und deutschen Studentengruppe im baulichen Umgang mit dem schwierigen felsigen Gelände, die archaischen Baumethoden ohne technische Hilfsgeräte und Maschinen, die traditionelle Bauweise für das moderne Gebäude mit ortsüblichem Sandsteinmauerwerk, Lehmziegelwänden und Lehmflachdach bei sparsamem Einsatz von teurem Zement, waren im Sinne eines einfühlsamen und ökologischen Bauens im armen Entwicklungsland Mali für alle Beteiligten sehr lehrreich.

Der Museumsbau wird bis Jahresende 2002 in der geplanten Form durch den Baumeister und die Dorfbewohner fertiggestellt.

<

*Ansicht von Süden*



*Grundriss des Museums mit klimageschützter Lage der Räume*

[ HP Jornada 568 Pocket-PC ]



**Wo möchten Sie Ihr neues Büro hinhaben? Rechte Hand oder linke Hand?**

Eine Innovation bei HP: das Wichtigste aus Ihrem Büro direkt in Ihrer Hand. Ein Pocket-PC mit neuester Technologie, der denkt wie ein Laptop. Mit Internet-Zugang\*, Organisationssoftware und Microsoft-Anwendungen ist Ihr mobiles Büro wirklich komplett. Weitere Informationen über unser Produktangebot unter [www.hewlett-packard.de](http://www.hewlett-packard.de)



[ HP Deskjet 995C ]



[ HP Scanjet 4470C ]



[ HP Pavilion Home PC ]



HP PCs – mit Original Microsoft® Windows® vorinstalliert. [www.microsoft.com/piracy/howtotell](http://www.microsoft.com/piracy/howtotell)

\*Für einen kabellosen Internet-Zugang benötigen Sie ein Modem, das separat zu kaufen ist. Verbindungsgebühren können anfallen. Die Inhalte bestimmter Websites können unzugänglich sein. Bezüglich der Netzabdeckung in Ihrer Region fragen Sie bitte Ihren Mobilfunk-Provider.

# Aiding GPS with neural Network Calibrated Loran-C

von Prof. Dr. Oliver Bittel und Dipl.-Ing. Norbert Niklasch



## Prof. Dr. Oliver Bittel

Studium der Informatik und Technischen Kybernetik an der Universität Stuttgart. Assistent und Promotion an der Universität Karlsruhe am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation. Mitarbeiter der GMD Karlsruhe im Bereich Korrekte Software und Formale Programmentwicklung. Seit 1992 Professor an der Fachhochschule Konstanz mit den Lehrgebieten Programmieretechnik, Algorithmen und Datenstrukturen, Fuzzy-Logik Neuronale Netze und Robotik. Durchführung mehrerer Forschungsprojekte in den Bereichen Satellitennavigation und mobile, autonome Roboter.

## Summary

Loran-C is a land-based navigation system with a high repeatable accuracy. However, precise positioning requires the distortions of Loran-C signal propagation to be compensated carefully. This paper shows how neural networks can be used to learn the signal distortions by GPS data. A simulation shows that this approach can reach nearly the same positioning quality as GPS. Therefore, neural network calibrated Loran-C can effectively aid GPS in cases when GPS availability is weak.

## 1. Introduction

Loran-C is a land-based navigation system with a high repeatable accu-

racy. Therefore, Loran-C can effectively aid GPS in cases when GPS availability is weak. In [1] it has been shown that integrated GPS/Loran-C increases availability in some mountainous areas considerably.

However, precise Loran-C based positioning requires the distortions of Loran-C signal propagation to be compensated carefully [2], [3]. This paper shows how neural networks can be used to learn the signal distortions by GPS data. A simulation shows that this approach can reach nearly the same positioning quality than GPS.

## 2. Loran-C Overview

Loran-C is a low frequency land-based radio navigation system. Conventionally, a Loran-C user receiver measures the time difference (TD) between the arrival of a pulse from the master transmitter and a secondary transmitter of a particular chain. A Loran chain consists of one master transmitter and between 2 and 4 secondary transmitters. The transmitter locations are well-known and the propagation speed of the Loran pulse can be estimated. Each measured TD defines a hyperbolic line of position. Two TDs are necessary to obtain the user position in two dimensions. If more than two TDs are available a least square solution can be used. Loran-C is not able to provide accurate estimates of the user altitude. The largest source of error in Loran-C positioning is variation in the signal propagation velocity. Since Loran-C signals mainly travel by groundwave propagation, the propagation speed of the signals is affected by different ground conductivities (caused by varying terrain like water or land terrain). The total travel time of the Loran-C signals is modeled as:

$$T = PF + SF + ASF$$

PF (Primary Factor) is the ideal travel time through atmosphere. SF (Secondary Factor) is the additional travel time need to travel over an all-seawater path. ASF (Additional Secondary Factor) is the additional time for travelling over terrain of various conductivities. In contrast to PF and SF, ASF is very difficult to model [3]. Neglecting ASF can cause positioning errors of several hundred meters [4]. Usually, ASF is measured explicitly as correction values for TDs in the area of interest and is collected in ASF correction tables. This has been done e.g. for the US coastal region (Fig. 1). Because of the unmodelled time-dependant ASF variations and the spacing of the table there still are errors in positioning accuracy of about 200m drms [4].

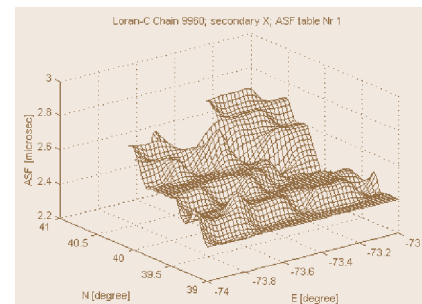


Fig. 1: ASF correction table for the sea area at the coast of Long Island, New York, for the secondary 9960-X. At each geodetic coordinate in the area a TD correction value can be looked up.

Errors due to ASF are mainly biased errors. Moreover, there are also some noise errors which come from synchronization errors in secondaries and user measurements. These errors may be up to 150 nsec depending on the user receiver quality [5].

## 3. Learning ASF with neural networks

Neural networks [6] are composed of simple elements (neurons) which are



highly connected and are operating in parallel. Neural networks are able to approximate arbitrary input/output functions. The function computed by a neural network is mainly determined by the connection weights between the neurons. Neural networks are usually trained, so that inputs lead to specific target outputs. Training is performed by adjusting the weights of the connections between the neurons, so that an overall error sum is minimized.

The most popular neural network model are the feed-forward networks, which have also been used in our approach. They consist of several layers of neurons: input layer, at least one hidden layer and one output layer. All neurons between two neighbour layers are completely connected.

The idea of our training procedure is shown in Fig. 2. From the TD measurements of a Loran Receiver a user position  $(\text{lat}, \text{lon})_{\text{Loran}}$  is calculated. Note, that for each secondary of the considered Loran chain a TD value is measured. Since the TDs are not corrected for ASF, the position might be less precise. The error of the Loran-TD measurements can be estimated from the GPS-based position fixes:

$$\Delta\text{TD} = \text{TD}_{\text{Loran}} - \text{TD}_{\text{GPS}}$$

The position  $(\text{lat}, \text{lon})_{\text{Loran}}$  is feed to a 3-layered neural network with 16 neurons in the hidden layer. The TD error  $\Delta\text{TD}$  is taken as the target output for the neural network. After training, the neural nets can be used for correcting TD measurements.

Note, that each secondary has its own neural network for correcting its TD value.

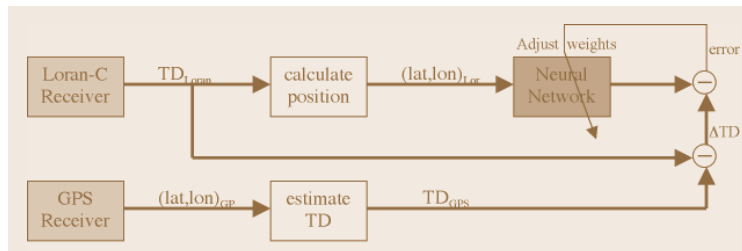


Fig.2: Neural network training procedure. Actually,  $\text{TD}_{\text{Loran}}$ ,  $\text{TD}_{\text{GPS}}$  and  $\Delta\text{TD}$  are vectors for values for each secondary. Also, there is a neural network for each secondary.

#### 4. Simulation Results

The Matlab Toolbox Satnav [7] has been used for simulating GPS signals without SA but with all atmospheric error sources. Moreover, we have developed a Loran Navigation Toolbox. One of the Toolbox function generates TDs with signal propagation error due to ASF. The ASF tables from [4] have been used for that. Also, TD noise can be added.

First, a path with about 250 true user positions has been generated (see Fig. 3). Then, GPS based position fixes  $(\text{lat}, \text{lon})_{\text{GPS}}$  and TD values for each secondary with ASF and TD noise (normally distributed with  $\mu = 0$ ) has been generated. Remember, that the TD noise is caused by synchronization errors in the secondaries and user measurements. From these generated data Loran based positions  $(\text{lat}, \text{lon})_{\text{Loran}}$  and the estimated TD errors  $\Delta\text{TD}$  are computed. The simulated time interval is about 4 hours. In that time a mean number of 7.12 satellites have been available for GPS position fixes. The mean PDOP has been 2.01.

Then, the data have been used to train the neural networks. Finally, the trained neural networks have been tested for the same path but with newly generated TD values (i.e. newly generated TD noise). It has the same effect as driving the path once again and testing the neural network calibrated Loran-C.

We have made several train and test runs through the path with different TD noise levels (i.e. different standard deviations s). Table 1 summarizes the

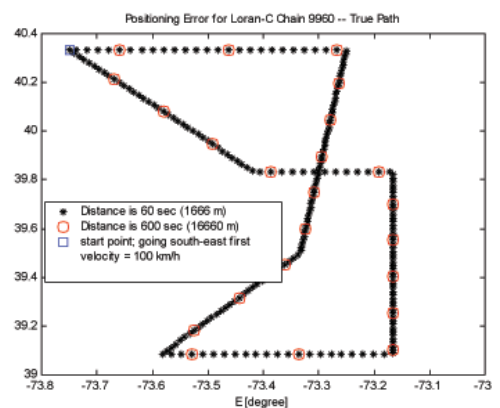


Fig.3: Path with about 250 user positions

TD noise $\sigma[\text{nsec}]$	GPS	Loran-C	Neural net calibrated Loran-C
0	4,71	403,75	4,51
50	4,71	404,18	14,63
100	4,71	404,34	27,79
150	4,71	405,98	42,52

Table 1: Horizontal position error drms [m] for GPS, Loran-C and neural network calibrated Loran-C. The quality of Loran-C (with and without neural networks) depends on TD noise.

horizontal position errors for GPS, uncalibrated Loran-C and neural network calibrated Loran-C. Loran-C positioning error is mainly caused by ASF and is biased. TD noise has only a small influence. In the neural net calibrated Loran-C positioning the ASF effect is almost eliminated. The error is mainly contributed by TD noise.



Fig. 4 shows details of positioning errors of GPS and Loran-C (without ASF correction) for  $\sigma_{TD} = 0$  nsec. Fig. 5 compares positioning errors of GPS with neural network calibrated Loran-C. The positioning is of the same quality as GPS.

Remember that GPS was highly available in the generated path (mean PDOP = 2.01). In cases of weak GPS availability (e.g. urban or forest terrain), neural network calibrated Loran-C can effectively be used to aid GPS.

Finally, Fig. 6 compares the "true" ASF (modelled in the Toolbox) with GPS and the neural network estimate. The neural network has a slight smoothing effect.

## 5. Conclusions and future works

Loran-C can be used to aid GPS in cases of weak availability. However, Loran-C positioning quality is only precise enough if accurate ASF modelling is included. We have employed neural networks to learn the TD errors due to ASF by GPS data. The simulation results are very promising.

In a next step our approach will be implemented in a real Loran-C receiver. Two extensions seem to be interesting:

In [8] a similar approach has been presented. The authors suggest to improve the neural network based calibration by increasing the number of input neurons. Parameters like signal-to-noise ratio, field strength, etc. could be useful to incorporate the reliability of the navigation data.

Another very important point is to investigate the ability of neural networks to be adapted online due to ASF variations and to be extended with completely new ASF knowledge of new areas.

## References

[1] G. Lachapelle, B. Townsend, H. Gehue and M. E. Cannon, "GPS versus Loran-C for Vehicular Navigation in

Urban and Mountainous Areas", IEEE VNIS, 1993.

[2] P. K. Enge and J. R. McCullough, "Aiding GPS with Calibrated Loran-C", Journal of the Institute of Navigation, Vol. 35, No. 4, 1989.

[3] P. Williams and J. D. Last, "Mapping the additional secondary factors for the Northwest European Loran-C chains", 27th Annual Convention and Technical Symposium, International Loran Association, 1998.

[4] Loran-C Corrections Tables, Introduction Paper and ASF Correction

Tables, <http://chartmaker.ncd.noaa.gov/mcd/loranc.htm>, 2001.

[5] B. Forsell, Radio Navigation Systems, Prentice Hall, 1991.

[6] J. M. Zurada, Introduction to Artificial Neural Networks, West Publishing Company, 1992.

[7] GPSoft, Satellite Navigation Matlab Toolbox 2.0; GPSoft, Athens, Ohio, US, 1999.

[8] A. Cherepakhin, Y. Zhong and D. Greenwood, "Neural Network Loran-C Calibration Using GPS", Proc. ION GPS, 1995.

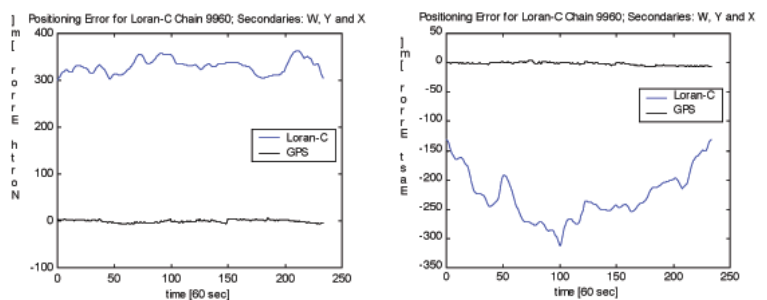


Fig. 4: Positioning error of Loran-C and GPS ( $\sigma_{TD} = 0$ ). Loran-C positioning is without correcting for ASF.

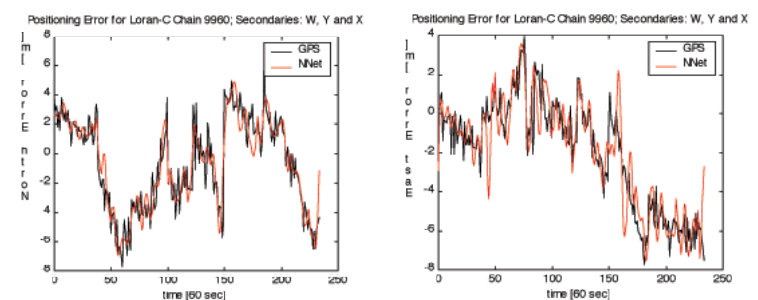


Fig. 5: Positioning error of GPS and neural network calibrated Loran-C ( $\sigma_{TD} = 0$ ).

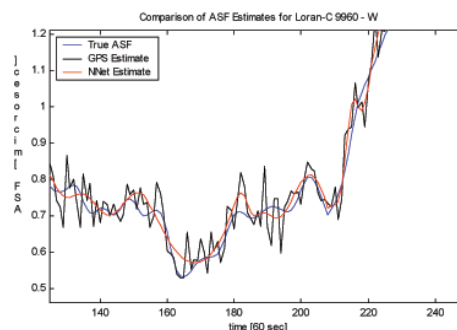


Fig. 6: Comparison of "true" ASF (modelled in the Loran Toolbox) and GPS and neural network estimate of ASF. The neural network based estimate is a smooth approximation of the "true" ASF.

# Informatik

## Restringierte globale Optimierung

von Prof. Dr. Jürgen Garloff und Andrew P. Smith MSc.

### 1. Einleitung

Ein restringiertes globales Minimierungsproblem ist ein Problem der folgenden Art

$$\min_{x \in M} f(x), \quad (1)$$

wobei die Menge  $M$  der zulässigen Lösungen gegeben ist durch Ungleichungs- und Gleichheitsrestriktionen

$$\begin{aligned} g_i(x) &\leq 0, \quad i = 1, \dots, m, \\ h_j(x) &= 0, \quad j = 1, \dots, l, \end{aligned} \quad x \in X;$$

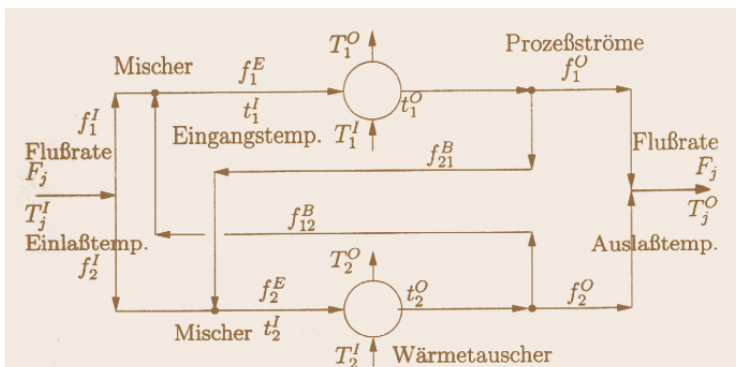
hierin sind  $D \subseteq \mathbb{R}^n$ ,  $X$  ein Quader in  $D$  und  $f$ ,  $g_i$ ,  $h_j$  auf  $D$  definierte reellwertige Funktionen.

Derartige Probleme treten in der chemischen Verfahrenstechnik an vielen Stellen auf, z.B. bei

- Mischproblemen,
- Trennungproblemen, insbesondere bei Destillation und Extraktion,
- der Analyse der Stabilität von Phasen,
- der Parameterschätzung.

In der Prozessoptimierung beispielsweise ist es nicht ausreichend, bloß lokale Minima zu bestimmen, sondern es muss mit Sicherheit festgestellt werden, dass man das globale Minimum erhalten hat. Als typisches Beispiel sei das folgende, der Testproblemsammlung [1] entnommene Beispiel angeführt:

Gegeben sind ein kalter und zwei heiße Prozessströme, die mit Hilfe von zwei Wärmeaustauschern und Mischern gekühlt bzw. erwärmt werden (vgl. Abb. 1).



Massenbilanzen  
bei Mixern:

$$f_i^I + \sum_{k \in K} f_{ik}^B - f_i^E = 0$$

Energiebilanzen  
bei Mixern:

$$T_j^I f_j^I + \sum_{k \in K} f_{ik}^B \cdot t_k^0 - f_i^E \cdot t_i^E = 0$$

Energiebilanzen  
bei Wärmetauschern:

$$f_i^E (t_i^0 - t_i^I) = Q_{ij}$$

Abb. 1: Ein typisches Fallbeispiel: Minimale Investitionskosten einer Konfiguration von zwei Wärmeaustauschern



**Prof. Dr. Jürgen Garloff**

habil., ist seit 1990 Professor für Mathematik im Fachbereich Informatik der FH Konstanz und seit 1999 apl. Professor im Fachbereich Mathematik und Statistik der Universität Konstanz. Seine Arbeitsgebiete sind das Wissenschaftliche Rechnen mit Ergebnisverifikation, die Matrix-Analyse und die Robuste Stabilität.



**Andrew P. Smith**

BSc., MSc., ist seit 1999 Mitarbeiter am Institut für Angewandte Forschung der FH Konstanz.

*Gesucht* ist diejenige Konfiguration von Wärmeaustauschern mit den geringsten Investitionskosten.

Diese Aufgabe lässt sich formulieren als ein (nichtkonvexes) Optimierungsproblem mit 16 Variablen und 13 Gleichungen als Nebenbedingungen, von denen vier bilineare Terme und die restlichen acht nur lineare Terme enthalten. Für jede der Variablen lassen sich Schranken angeben.

In der Praxis auftretende restringierte globale Optimierungsprobleme sind häufig sehr komplex. Größere Probleme können über hundert Unbekannte und Restriktionen besitzen. Verfahren, die auf klassischen Methoden der nichtlinearen Optimierung basieren, garantieren häufig nur Konvergenz gegen ein lokales Minimum, und die Lösung, gegen die sie konvergieren, hängt ab von der Wahl des Startwertes des Iterationsverfahrens. So konnte mit Hilfe der Intervall-Rechnung (s.u.) nachgewiesen werden, dass in der DECHEMA Datensammlung [2] einige der angegebenen Minima für zwölf Datensätze zu Dampf-Flüssigkeits-Gleichgewichten nur lokale waren [3].

Einen Ausweg liefert zunächst die Verwendung von konvexen unteren Schrankenfunktionen. Man ersetzt dazu das Problem (1) durch das folgende

$$\min_{x \in N} f(x),$$

wobei  $M \subseteq N$  und  $f(x) \leq f(x)$  gilt. Das Ersatzproblem, welches natürlich einfacher als das Originalproblem zu lösen sein muss, wird *Relaxation* genannt. Seine Lösung liefert eine untere Schranke für die Lösung des Originalproblems (1). Affine und konvexe Relaxationen in Verbindung mit Branch-and-Bound-Methoden wurden in den vergangenen Jahren verschiedentlich angewendet, um spezielle globale Optimierungsprobleme und kombinatorische Probleme zu lösen. Mit diesen Verfahren erhält man unter Umständen sogar Konvergenz gegen das globale Minimum, allerdings nur in der Theorie, da die unvermeidbaren

Rundungsfehler, die bei der praktischen Realisierung eines Verfahrens auf einem Rechner auftreten, dabei nicht berücksichtigt werden. Dass der Einfluss von Datenungenauigkeiten und Rundungsfehlern erheblich sein kann, ja sogar zu völlig falschen Aussagen führen kann, ist schon hinreichend oft anhand von praktisch relevanten Problemen demonstriert worden (s. das oft zitierte Beispiel des Versagens einer irakischen Scud-Rakete durch amerikanische Patriot-Abwehr-raketen im Golfkrieg).

## 2. Die Lösungsmethode

Das Projekt "Lösung globaler Optimierungsaufgaben mit Nebenbedingungen mittels Relaxationstechniken" wird seit August 2001 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Förderung anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung im Fachhochschulbereich gefördert. In diesem Projekt sollen restringierte globale Optimierungsprobleme mittels Verfahren gelöst werden, die die Aussagen über die Lösungen auch wirklich *garantieren* – auch bei Berücksichtigung von Rundungsfehlern. Dazu sollen Methoden des Wissenschaftlichen Rechnens mit automatischer Ergebnisverifikation (Intervall-Rechnung) angewendet werden. Der Einsatz dieser Methoden erlaubt die Berücksichtigung von Datenungenauigkeiten und die Kontrolle aller während der Rechnung auftretenden Rundungsfehler, so dass das Resultat eines Algorithmus auch wirklich garantiert werden kann. Hierzu stehen spezielle Programmiersprachen wie C-XSC, Pascal-XSC und INTLAB sowie Toolboxen zur Verfügung. Ferner sollen die Probleme mit einer neuen Form der konvexen Relaxation (s.o.) in Verbindung mit Branch-and-Bound-Techniken gelöst werden. Dabei beschränken wir uns zunächst auf den praktisch wichtigsten Fall, dass die funktionalen Zusammenhänge durch Polynome in mehreren Variablen beschrieben werden. Dies ist etwa bei Gleichgewichtsproblemen in der Chemie häufig der Fall, und oft haben diese noch eine spezielle Struktur, die

ausgenutzt werden sollte. Auch Misch- und Trennungsprobleme sind häufig bilinear. In diesen Fällen kann die Entwicklung eines multivariaten Polynoms in Bernstein-Polynome dazu verwendet werden, eine untere (gegebenfalls stückweise) affine Schrankenfunktion für die gegebene Funktion zu berechnen. Eine solche Schrankenfunktion lässt sich im Fall eines Polynoms in einer Variablen leicht aus den Koeffizienten der Entwicklung des Polynoms in Bernstein-Polynome konstruieren. Abb. 2 zeigt über dem Intervall  $[0, 0.8]$  ein Polynom und eine untere Schrankenfunktion, die sich aus zwei affinen Funktionen zusammensetzt, sowie eine obere affine Schrankenfunktion. Im Fall mehrerer Variablen hat man ein lineares Optimierungsproblem zu lösen, um eine affine Schrankenfunktion zu berechnen. Zur Lösung des linearen Problems können Standardverfahren eingesetzt werden.

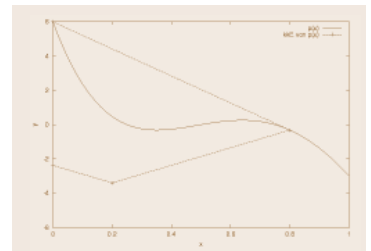


Abb. 2: Untere und obere Schrankenfunktionen für ein Polynom

Details über die Konstruktion und Approximationsgüte derartiger Schrankenfunktionen finden sich in der Arbeit [4]. Die Bernstein-Entwicklung wurde bereits in vier Forschungsvorhaben nutzbringend angewendet, von denen zwei vom BMBF und zwei mit Mitteln aus dem Landesprogramm "Innovative Projekte/Kooperationsprojekte" gefördert worden sind. Diese Anwendungen betreffen die robuste Regelung im Falle polynomialer Parameterabhängigkeiten und die Einschließung von Lösungen nichtlinearer Gleichungs- und Ungleichungssysteme. Eine Übersicht über die erzielten Ergebnisse bietet der Artikel "Anwendungen der Bernstein-Entwicklung" in der letzten Ausgabe des Forschungsmagazins "forum" der FH Konstanz sowie die Arbeit [5].

Ist die dem Problem zugrundeliegende Funktion kein Polynom, so kann sie in den praktisch relevanten Fällen von unten her durch Polynome approximiert werden. Eine untere Schrankenfunktion für das approximierende Polynom ist damit auch eine untere Schrankenfunktion für die Originalfunktion. Zur einseitigen Approximation durch Polynome stehen explizite Konstruktionsverfahren zur Verfügung, die allerdings noch auf ihre praktische Brauchbarkeit getestet werden müssen. Sicherlich sind hier noch eigene Untersuchungen erforderlich, um diese Konstruktionsverfahren an das Optimierungsverfahren anzupassen.

Ein so entstandenes relaxiertes konvexes Problem läßt sich effizient lösen. Hierzu stehen erprobte Verfahren zur Verfügung. Die Lösung des Ersatzproblems liefert einen Näherungswert für eine Stelle, an der das globale Minimum angenommen wird. Durch Iteration erhält man eine Folge von Näherungswerten, die, wie noch nachzuweisen sein wird, gegen die Lösung des Originalproblems konvergiert.

Im Forschungsvorhaben soll besonderes Gewicht auf die Frage der Güte der Näherungswerte für das globale Minimum und für die Stelle, an der dieses angenommen wird, gelegt werden. Neben traditionellen Methoden der Fehlerabschätzung sollen hier insbesondere Methoden der Intervall-Rechnung eingesetzt werden.

Dies ist stark vereinfachend der Lösungsansatz. Es wird erwartet, daß das zu entwickelnde Verfahren eine ähnliche Güte besitzt wie ein vergleichbares Verfahren, bei dem spezielle Unterfunktionen verwendet werden, die man mit Methoden der Intervall-Rechnung erhalten kann. In [6] wurde gezeigt, dass mit Hilfe der darauf basierenden Relaxationstechniken globale Optimierungsprobleme variabler Dimension  $n$  noch für  $n = 500$  gelöst werden können, bei denen erfolgreiche, jüngst entwickelte kommerzielle Softwaresysteme wie NUMERICA [7] bereits etwa bei  $n = 8$  an ihre Grenze stießen. Es ist zu erwarten, dass die Verwendung der neuen Relaxationstechniken eine ähnlich drastische

Verbesserung liefert, wobei hier die Vorteile noch stärker ausgeprägt sein dürften, da die auf der Bernstein-Entwicklung basierenden affinen Unterfunktionen im Fall polynomialer Nebenbedingungen besondere Vorteile besitzen.

Gegenwärtig wird die Implementierung der neuen Vorgehensweise abgeschlossen, so dass noch keine numerischen Ergebnisse zu Testproblemen vorgestellt werden können.

### 3. Kooperationen

Bereits zwei Industriefirmen haben Interesse bekundet an den zu erzielenden Resultaten und an einer möglichen Zusammenarbeit über die Lösung von Problemen aus dem Bereich Netzwerk- und Prozess-Design sowie über Probleme aus der chemischen Verfahrensentwicklung. Weitere Industriekontakte sind willkommen und wären für das Forschungsvorhaben von großem Nutzen.

Kooperationen bestehen ferner mit Herrn Priv.-Doz. Dr. C. Jansson (Technische Universität Hamburg-Harburg) über die Konstruktion von Schrankenfunktionen und mit einer Forschergruppe am Institut de Recherche en Informatique (IRIN) an der Université de Nantes, Frankreich. Diese Gruppe beschäftigt sich mit dem sog. *interval constraint solving*. Mit Hilfe dieser Techniken kann bei nichtlinearen Problemen der Variablenbereich sukzessiv verkleinert werden, indem Teile von ihm, die keine Lösung enthalten können, eliminiert werden. Diese Vorgehensweise ist insbesondere dann von großem Nutzen, wenn das Problem eine große Anzahl von Unbekannten besitzt.

Eine weitere Kooperation besteht mit Herrn Prof. Dr. E. Walter von der Ecole Supérieure d'Electricité (CNRS), Laboratoire des Signaux et Systèmes, in Gif-sur-Yvette, Frankreich, über Anwendungen des Wissenschaftlichen Rechnens mit automatischer Ergebnisverifikation, insbesondere auf die Identifizierbarkeit bei parametrischen Modellen.

### Weitere Projekte:

Wissenschaftliches Rechnen mit automatischer Ergebnisverifikation: Lösung von linearen Gleichungssystemen mit unscharfen Koeffizienten

Nullstellenverteilung des Hadamard-(d.h. koeffizientenweisen) Produktes von Polynomen

Strukturelle Eigenschaften total nichtnegativer Matrizen

### Literatur (Auswahl):

- [1] C. M. Floudas und P. M. Pardalos: A Collection of Test Problems for Constrained Global Optimization Algorithms, Lecture Notes in Computer Science Bd. 455, Springer Verlag (1990)
- [2] J. Gmehling, U. Onken, W. Arlt et al.: Vapor-Liquid Equilibrium Data Collection, Chemistry Data Series, Vol. 1, Bd. 1-8, DECHEMA, Frankfurt/Main (1977)
- [3] Chao-Yang Gao und M. A. Stadtherr: Nonlinear Parameter Estimation Using Interval Analysis, AIChE Symp. Ser. 94 (304), S. 444 – 450 (1999)
- [4] J. Garloff, C. Jansson und A. P. Smith: Lower bound functions for polynomials, eingereicht bei Journal of Computational and Applied Mathematics
- [5] J. Garloff: Application of Bernstein expansion to the solution of control problems, Reliable Computing 6, S.303-320 (2000)
- [6] C. Jansson: Convex-concave extensions, BIT 40, S. 291-313 (2000)
- [7] P. van Hentenryck, P. Michel und Y. Deville: NUMERICA: A Modelling Language for Global Optimization, MIT Press, Cambridge (1997)

<

# CRe@M, eine Web-Applikation für Customer Relationship Management mit technischen Anlagen

von Bertram Dieterich, Marc Nädle, Michael Pasquariello und Prof. Dr. Hans-Albrecht Schmid



**Bertram Dietrich**

Machte sein allgemeines Abitur am TG in Konstanz und begann anschliessend ein Studium der Technischen Informatik an der FH Konstanz. Im Moment fertigt er dort seine Diplomarbeit im Bereich von Internetanwendungen und Java-Servlets an.

**Marc Nädele**

Einem allgemeinen Abitur in Tuttlingen folgte das Studium der Technischen Informatik an der FH Konstanz und Diplom. Ist jetzt als Software-Entwicklungsingenieur im Bereich digitaler Kartensysteme bei der Dornier GmbH angestellt.



**Michael Pasquariello**

Machte sein Abitur am TG Überlingen. Es folgte eine Ausbildung zum Kommunikationselektroniker bei Siemens Electocom in Konstanz. Schloss sein anschließendes Studium der Technischen Informatik an der FH Konstanz mit einer Diplomarbeit zum Thema "Automatische Generierung von zustandsbehafteten Proxies für Enterprise Java Beans" ab. Anstellung als Software-Entwickler bei Dornier GmbH ab Juli 2002.



In diesem Beitrag wird ein studentisches Projekt vorgestellt, das in verschiedener Hinsicht bemerkenswert ist:

1. **CR@M** ist eines der ersten über das Internet bedienbaren CRM-Systeme, und wohl das einzige für KMUs. Es hat funktionelle Eigenschaften, was die Beschreibung technischer Anlagen und ihrer Wartung und Reparaturen betrifft, mit denen sich kaum ein anderes System bezüglich der angebotenen Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit messen kann. Das Projekt erhielt bei der InterTech 2001 in St.Gallen einen Preis.
2. Das in Forschungsprojekten von Prof. Schmid entwickelte Web-Aktivitäten Komponenten-Framework **WAcCoF** (siehe dazu den Beitrag "Geschäftsprozesse in Web-Applikationen"), wurde zur schnellen und einfachen Erstellung der komplexen Web-Anwendung genutzt und gleichzeitig damit auf seine praktische Anwendbarkeit evaluiert.

Insofern verbindet die durch das Projektteam entwickelte Lösung den Einsatz innovativer Technologien mit Innovation für den Kunden bzgl. Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit.

## 1. Einleitung

Viele Leser werden das Problem kennen, dass an einer technischen Anlage wie etwa ihrer Heizung ein Fehler auftritt, sie den Heizungsbau-Betrieb anrufen, ein Mitarbeiter kommt und den Fehler nicht beheben kann, weil er entweder das erforderliche Werkzeug nicht dabei hat oder nicht die nötigen Informationen hat, um den Fehler zu beseitigen. Daher fährt der Mitarbeiter zu seinem Betrieb zurück, besorgt das entsprechende Werkzeug oder die benötigte Information, kommt dann wieder und kann die entsprechende Reparatur durchführen. Auf diese Weise muss der Mitarbeiter zusätzliche Wege zurücklegen, und die Reparatur verteuert und verzögert sich unnötig.

## 1.1 TI-Projekt im 7./8. Semester

Wir, die Studenten Bertram Dieterich, Michal Kokoszczyński, Marc Nädele, Michael Pasquariello, Martin Schulze und Thomas Stober haben unter der Leitung von Prof. Dr. Hans-Albrecht Schmid am Fachbereich Informatik der FH Konstanz ein einjähriges Projekt durchgeführt und uns zum Ziel gesetzt, eine über das Internet aufrufbare Web-Applikation als Lösung für dieses Problem zu entwickeln. Generell ist es das Ziel des Projekts im 7. und 8. Semester, den Studenten Fähigkeiten bezüglich der selbständigen Organisation und Zusammenarbeit im Team sowie praktische Erfahrung im Umgang mit modernen Technologien zu vermitteln.

Um sicherzustellen, dass unser Projekt sich an den Anforderungen der Praxis orientiert, einigten wir uns darauf, es mit einem realen mittelständischen Unternehmen aus der Heizungs- und Sanitär-Branche als prototypischem Kunden durchzuführen und in der Zusammenarbeit mit diesem Unternehmen auch praxisnahe Erfahrungen zu sammeln. Prof. Schmid kannte ein entsprechendes Unternehmen, das gern mit uns zusammenarbeitete.

## 1.2 Aufgabenstellung

Daraus ergab sich für uns folgende Aufgabenstellung:

Die Web-Applikation soll mit ihren Daten auf einem Internetserver liegen, so dass auf sie mit jedem handelsüblichen Browser über das Internet zugegriffen werden kann. Sie soll alle Informationen über einen Kunden, wie detaillierter Anlagenaufbau, gemeldete Probleme, durchgeführte Wartungen, aufgenommene Messwerte, usw., zentral verwalten. Der Monteur oder Außendienstmitarbeiter soll bei Bedarf vor Ort beim Kunden auf diese Daten zugreifen und auch durchgeführte Änderungen, Reparaturen usw. direkt eingeben können.



Da sich die Anlagen der Kunden unterscheiden und im Laufe der Zeit in ihrem Aufbau ändern können, stellte sich für uns die Herausforderung, eine Anlagenstruktur flexibel nachbilden und spätere Modifikationen an der Anlage dokumentieren zu können. Zu jeder Anlage sollen dazu alle Probleme und Wartungen in einer gemeinsamen Historie gesammelt werden, um so einen schnellen und umfassenden Überblick über alle bisherigen und in Zukunft notwendigen Änderungen zu gewährleisten. Im selben Stil wird eine Historie mit allen aufgenommenen Messwerten geführt.

Ein genauso wichtiges Ziel war auch, die neuesten Software-Technologien im Bereich der verteilten Systeme und Web-Anwendungen praktisch kennenzulernen und zu benutzen. Zu diesen gehören Technologien wie Java Servlets, Enterprise Java Beans (EJB), Java Server Pages (JSP) sowie der Einsatz eines Applikation-Servers wie etwa Weblogic von BEA.

## 2. Projektablauf

### 2.1 Pflichtenheft

Zu Beginn der Entwicklung erstellen wir in Zusammenarbeit mit unserem prototypischen Anwender ein Pflichtenheft. Es erforderte mehrere Iterationen, bis alle Kundenwünsche berücksichtigt und wir auch damit zufrieden waren. Parallel dazu erstellten wir einen kundenorientierten Prototyp, d.h. die ersten Versionen der Web-Seiten, um sie unserem "Kunden" am Bildschirm vorzuführen.

### 2.2 Technologie-Prototypen

In dieser Phase arbeiteten wir uns auch in die Softwaretechnologien ein, die wir verwenden wollten, und erstellten einfache Technologie-Prototypen, um einen Einblick in die Möglichkeiten und die Performance der Enterprise Java Beans (EJB) und Servlets zu erlangen. Java Servlets sind Objekte, die mit einem Web-Client mittels eines auf dem Hypertext Transfer Protokoll (HTTP) basierenden Request-Response Schema zusammenarbeiten; Java Server Pages (JSP) sind im Prinzip dynamische HTML-Seiten, in denen HTML-

Markierungen mit Java Programmcode gemischt werden können. JSPs sind eng mit der Servlet Technologie verwandt. EJBs sind flexible Komponenten, welche Geschäftsobjekte und ihre Persistenz kapseln, und die von einem Container erzeugt und verwaltet werden. Dabei übernimmt der Container Aspekte wie Sicherheit und Transaktionsverhalten, so dass die Programmierung von EJBs und Anwendungen vereinfacht wird.

Als Basis für die vorgestellten Technologien wird ein Applikations-Server benötigt. Der Server verwaltet Servlets, EJBs und JSPs.

### 2.3 Systementwurf

Beim Systementwurf legten wir zunächst die Architektur und technische Struktur von CRe@M fest, die das System - passend zu den von uns verwendeten Technologien - in mehrere Schichten aufteilt.

waren die Darstellung der Webseiten, die Programmierung der Anwendungslogik (Reaktion auf die Eingaben des Benutzers) und der Zugriff auf die darunter liegenden Enterprise Java Beans. Die andere Gruppe befasste sich mit den Geschäftsobjekten und der Persistenz (EJBs). Dazu gehört die Definition der Struktur und der Beziehungen der EJBs untereinander.

## 3. Grundstrukturen

### 3.1 Internet-Zugriff

Unser System ist so konzipiert, dass es über jeden beliebigen Webbrowser bedient werden kann. Auf diese Weise hat ein Monteur die Möglichkeit, auf alle von ihm benötigten Informationen über einen Kunden und seine Anlagen über das Internet zugreifen zu können. Ebenso kann er durchgeführte Wartungen, Umbauten und erhobene Daten ohne Zeitverzögerung und persönlich

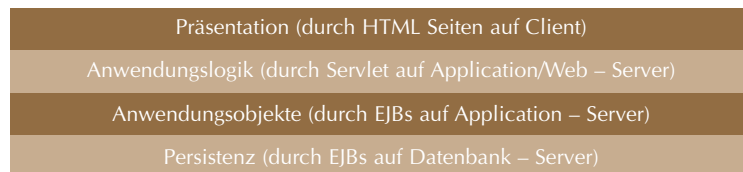


Abb. 1: Schichtengliederung der Anwendung

Dieses Schichtenmodell ermöglichte es uns, das Gesamtsystem in zwei Teilsysteme aufzuteilen, die nur die Schnittstelle zur Kommunikation zwischen den Schichten gemeinsam haben. Der weitere Entwurf und die Implementierung konnte so in zwei voneinander weitgehend unabhängigen Gruppen durchgeführt werden. Eine Gruppe befasste sich mit dem WAcCoF Komponenten-Framework, das auf Servlets und den JSPs basiert. Ihre Aufgaben

über das Internet direkt in das System eintragen. Der Internet-Zugriff auf das System ist in Abbildung 2 dargestellt.

### 3.2 Flexibilität der Anlagen

Die Darstellung einer realen Anlage im System muss so flexibel sein, dass es möglich ist, die komplette Struktur einer bestehenden Anlage abzubilden, wie Abb. 3 zeigt, und auch auf Änderungen zu reagieren. Damit kann immer auf den aktuellen und genauen



Abb. 2: Informationsfluss unter Einsatz von CRe@M

Stand der Anlage zurückgegriffen werden. Durch die Bereitstellung von vordefinierten Schablonen soll der Arbeitsaufwand, der erforderlich ist, um eine neue Anlage anzulegen, sehr gering gehalten werden.

#### 4. Funktionalität (Nutzungsfälle) von CRe@M

Im folgenden sollen einige besonders interessante Aspekte der Anwendung beschrieben werden.

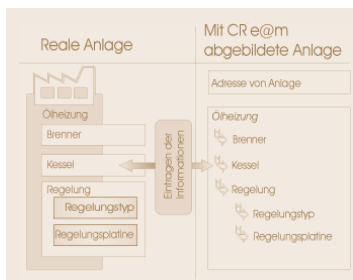


Abb. 3: Zusammenhang Reale Anlage - Anlage in CRe@M

Nummer	Titel	Ort	Telefon
1	Ölheizung	Stadthaus	754
2	Ölheizung	Stadthaus	447510000
3	Ölheizung	Stadthaus	447510000
4	Ölheizung	Stadthaus	447510000
5	Ölheizung	Stadthaus	447510000
6	Ölheizung	Stadthaus	447510000
7	Ölheizung	Stadthaus	447510000
8	Ölheizung	Stadthaus	447510000
9	Ölheizung	Stadthaus	447510000
10	Ölheizung	Stadthaus	447510000
11	Ölheizung	Stadthaus	447510000
12	Ölheizung	Stadthaus	447510000
13	Ölheizung	Stadthaus	447510000
14	Ölheizung	Stadthaus	447510000
15	Ölheizung	Stadthaus	447510000
16	Ölheizung	Stadthaus	447510000
17	Ölheizung	Stadthaus	447510000
18	Ölheizung	Stadthaus	447510000
19	Ölheizung	Stadthaus	447510000
20	Ölheizung	Stadthaus	447510000

Abb. 4: Startseite der Anwendung

Datum	Problem
30.07.01	Schalter ausgetauscht. Autotest Ersetzen von Betriebsschalter durch Bet Problem mit Betriebsschalter
25.07.01	Problem mit Temperatursensor. Anlage regelt ungleichmäßig.
25.07.01	Problem mit Betriebsschalter. Betriebsschalter wackelt im Gehäuse.
20.07.01	Allgemeines Problem. Beim Betrieb entstehen ab und zu Brumngeräusche.

Abb. 5: Liste der Wartungen und Probleme

kann einen Kunden ohne die Eingabe von Suchkriterien finden, einfach durch Anklicken von Auswahlkriterien, wie er es von der Navigation her gewohnt ist. Somit kann der Benutzer eine Suche auf sehr einfache Weise ohne Vorkenntnisse durchführen.

Vom Namen eines Kunden kommt man zu seiner Detailansicht. Dabei wird auch der hierarchische Aufbau seiner technischen Anlagen angezeigt, der ähnlich wie in Abb.6 dargestellt wird. Die Eingabe oder Abänderung der üblichen Kundendaten erfolgt wie gewohnt.

#### 4.2 Anzeige von Wartungen, Reparaturen und Probleme

Durchgeführte Wartungen, Reparaturen und gemeldete Probleme einer Anlage werden chronologisch sortiert angezeigt, wobei Wartungs- und Reparaturarbeiten mit den Problemen, die sie gelöst haben, verknüpft werden.

In Abbildung 5 ist eine Wartungs-, Reparatur- und Problemliste dargestellt. Am 25.07. wurde zum Beispiel ein Problem mit dem Betriebsschalter gemeldet. Am 30.07. wurde der Schalter ausgetauscht. Die letzte Zeile des Reparatureintrages besteht aus einem Hyperlink, über den sofort zu der Problembeschreibung gesprungen werden kann. Dies macht eine schnelle

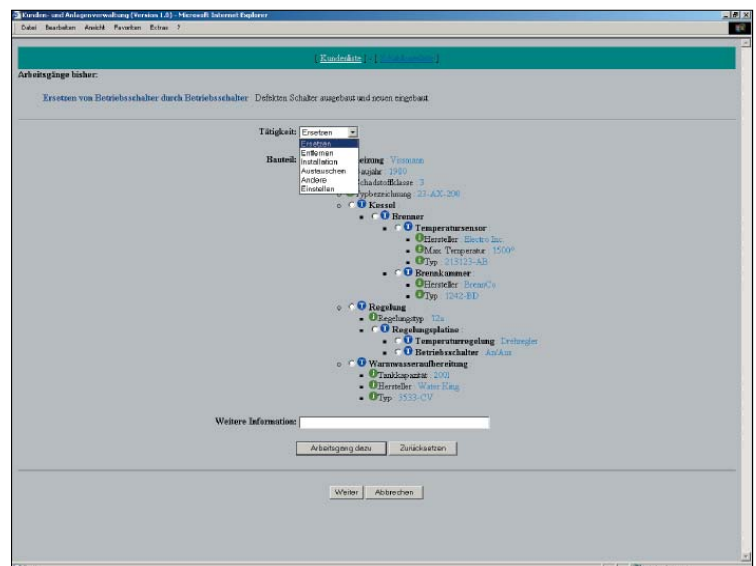


Abb. 6: Hierarchischer Aufbau einer Anlage

Navigation innerhalb der Seite und damit zwischen den Problemen und Arbeiten einer Anlage möglich.

Aus den zu einem Problem eingetragenen Informationen erzeugt die Anwendung automatisch die Einträge in der in Abbildung 5 gezeigten Liste der Probleme und Wartungen.

#### 4.3 Hierarchischer Aufbau der technischen Anlage

Eine technische Anlage ist meist hierarchisch aufgebaut. So besteht eine Heizungsanlage, wie Abb.6 zeigt, etwa aus Kessel, Regelung, und Warmwasseraufbereitung. Der Kessel enthält einen Brenner, der weitere Bauteile enthält, usw. Auf diese Weise ergibt sich eine hierarchische Baumstruktur, die auch aus anderen Gebieten der Informatik wohlbekannt ist. Sie wird übersichtlich durch entsprechendes Einrücken der einzelnen Bauteile und ihrer Beschreibung angezeigt.

Wird eine Reparatur oder Wartung an der Anlage durchgeführt, kann der Monteur diese auf der in Abb. 6 gezeigten Web-Seite beim Kunden oder abends im Betrieb oder zu Hause eintragen.

Eine Reparatur oder Wartung kann aus mehreren Arbeitsgängen bestehen. Jeder Arbeitsgang beinhaltet eine Tätigkeit wie z.B. "Ersetzen" oder "Einstellen". Diese Tätigkeiten sind von der Anwendung vorgegeben und werden über eine Auswahlliste (siehe Abb. 6) gewählt. Die Vorgabe von Tätigkeiten führt zu einer standardisierten Form von Wartungen. Dies erleichtert den Benutzern, bereits erfolgte Wartungen nachzuvollziehen und ermöglicht eine einheitliche Darstellung.

Zu jedem Arbeitsgang wird das betroffene Bauteil in der Anlagendarstellung über das jeweils zugeordnete Optionsfeld (siehe Abb. 6) ausgewählt. Bei der Tätigkeit "Ersetzen" wird z.B. das Bauteil ausgewählt, welches durch ein neues ersetzt werden soll. Außerdem können weitere detailliertere Informationen zum Arbeitsgang eingetragen werden. Die Tätigkeiten "Ersetzen", "Entfernen", "Installation" und "Austau-

schen" ändern die Struktur der Anlage, was hier nicht im einzelnen beschrieben werden kann.

Aus den einzelnen Arbeitsgängen erzeugt die Anwendung automatisch einen Beschreibungsvorschlag für die Wartung, den ein Benutzer übernehmen, ergänzen oder abändern kann. Werden durch die Wartung oder Reparatur ein oder mehrere offene Probleme behoben, so können diese direkt als behoben markiert werden.

Auf diese Weise wird mit wenig Schreibaufwand eine durchgeführte Reparatur oder Wartung dokumentiert.

#### 4.4 Erstellung und Änderung von Anlagenbeschreibungen mit Schablonen

Wenn für einen Kunden eine neue Anlage in Cre@M erfasst werden soll, könnte deren Struktur von einem Benutzer, der die entsprechenden Fachkenntnisse besitzt, jedesmal von Hand, Bauteil für Bauteil, in das System eingegeben werden. Dieses Vorgehen würde aber einen unnötig großen Aufwand verursachen, da der Eingabeprozess jedesmal vollständig wiederholt wird, obwohl vielleicht bereits ähnliche oder gleiche Anlagen im System erfasst sind.

Deswegen werden Anlagen-Schablonen zur Verfügung gestellt. In einer Schablone wird die Grundstruktur einer Anlage mit deren Bauteilen und Messwerten gespeichert: so kann es z.B. für jeden gängigen Anlagentyp, mit dem das Unternehmen arbeitet, eine entsprechende Schablone geben. Um eine neue Anlage einzutragen, wählt der Benutzer einfach die am besten passende Schablone aus und erzeugt so die Anlage. Diese braucht nur noch geringfügig abgeändert zu werden, falls ihre Zusammensetzung nicht exakt der gewählten Schablone entspricht. Die Verwendung von Schablonen erleichtert also die Erstellung von neuen Anlagen, da die grundlegende Struktur nicht für jede neue Anlage neu erstellt werden muss.

Der Benutzer kann je nach Bedarf neue, eigene Schablonen erstellen,

wobei auch diese wiederum auf existierenden Schablonen basieren können, oder bereits bestehende Schablonen verändern (das hat keine Auswirkung auf aus diesen Schablonen erstellte Anlagen). Das Bearbeiten von Schablonen und Anlagen ist im Prinzip identisch. Der Benutzer kann ebenenweise durch die Anlagen- oder Schablonenstruktur navigieren und dort einzelne Bauteile und Attribute erstellen, löschen oder verändern. Die bei der Bearbeitung einer Anlage oder Schablone gezeigte Webseite ist ähnlich wie in Abb. 6.

#### 5. Überblick über die technische Realisierung

Die technische Struktur der Anwendung ist in Abb. 7 dargestellt. Die gesamte Anwendung läuft auf dem Web-Server, während auf dem Benutzer-PC nur ein Web-Browser erforderlich ist, der HTTP-Anfragen an den Server schickt. Wenn der Server eine

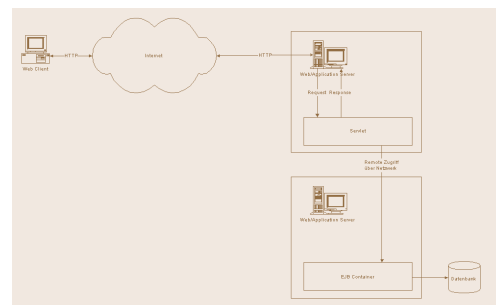


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Client, Server, Servlet und EJB

Anfrage entgegennimmt, ruft er das Servletprogramm von unserer Anwendung auf, das für diese Anfrage zuständig ist, und übergibt die Anfrage zur Bearbeitung. Die WAcCoF-Aktivitätskomponenten werten die Anfrage aus und greifen auf die EJBs zu, um die gewünschten Daten zu laden. Eine Besonderheit der EJBs ist, dass sie nicht auf dem gleichen Rechner liegen müssen wie der Rest der Anwendung und somit eine weitere Verteilung der Anwendung möglich ist. Ist die Bearbeitung abgeschlossen, liefern die WAcCoF-Aktivitätskomponenten eine JSP-Seite an den Server zurück, der diese

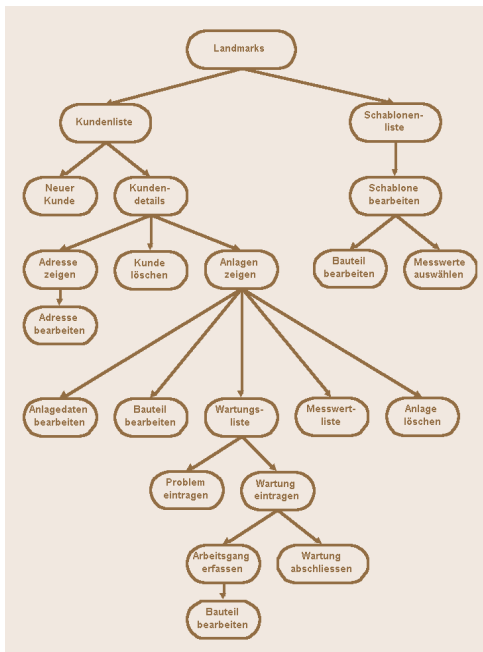


Abb. 8: Aufbau der Anwendung aus Aktivitätskomponenten

in eine normale HTML-Seite übersetzt und an den Client zurückliefert.

Die WAcCoF-Aktivitätskomponenten, in die wir unsere Anwendung gegliedert haben, sind in der Abb. 8 dargestellt. Die Wurzel des Aktivitätsbaums bildet eine Landmarks-Aktivität, die einen schnellen Übergang zwischen Kundenliste und Schablonen erlaubt. Über die Kundenliste erreicht man die Kunden-Detailsansicht, von der alle einen Kunden und dessen Anlagen betreffende Tätigkeiten abhängen, wie etwa das Löschen des Kunden. Alle Aktivitäten, welche die Anlage betreffen, wie das Eintragen einer neuen Wartung an einer bestimmten Anlage, bilden einen Teilbaum mit der Anlage-Zeigen-Aktivität als Wurzel. Die Aktivität "Bauteil bearbeiten" ist in ihrer Funktion allgemein gehalten und wird sowohl für die Bearbeitung von Anlagen sowie Schablonen als auch für die Modifikation der Anlagenstruktur eingesetzt.

Mit Hilfe des WAcCoF-Frameworks konnten die einzelnen Aktivitätskomponenten sehr einfach und schnell entwickelt werden: aufgrund der relativ schwachen Kopplung untereinander, die von dem Framework durch Einsatz des Listener-Prinzips erreicht wird, war eine effiziente gleichzeitige Entwicklung der Komponenten möglich. <

## Wissen - Können - Motivation

### Stärken zeigen

Als Unternehmen der renommierten Roos & Kübler-Gruppe stehen wir für Erfahrung und Qualität im innovativen Werkzeug- und Formenbau sowie in der modernen Stanztechnik. 500 motivierte Mitarbeiter, die Basis für den Erfolg der Roos & Kübler-Gruppe, sind gerne tätig, um unseren Anspruch an zufriedene Kunden und eine positive Zukunft zu festigen: Durch individuelle Leistungsstärke im effizienten, dennoch menschlichen Miteinander.



**LEFO Formenbau GmbH**  
 Am Herrmannsberg 1 · 5 · D-78333 Stockach  
 Tel.: (0 77 71) 8 79 89-0 · Fax: (0 77 71) 8 79 89-50  
 eMail: lefo@lefo-formenbau.de · www.ross-kuebler.de

# Informatik

## Geschäftsprozesse in Web-Applikationen

von Prof. Dr. Hans-Albrecht Schmid

### Abstract

In dieser Arbeit wird gezeigt, welche Fragen und Probleme auftreten, wenn Geschäftsprozesse in modernen geschäftlichen B2C- oder B2B-Web-Applikationen auf der Basis von Navigation, die eigentlich zum Browsen durch Webseiten dient, realisiert werden, und wie diese zu lösen sind. Wir skizzieren dabei einige wesentliche Problembereiche. Mehr Information ist in den aufgeführten Publikationen verfügbar, die als Teilergebnisse von Forschungsprojekten entstanden sind. Unser Dank geht an das MWK Baden-Württemberg, an das BMBF und an industrielle Kooperationspartner, welche die Durchführung dieser Projekte unterstützt haben.

### 1. Entwicklung von Web-Applikationen

Über einen Web-Browser betriebene Internet-Applikationen, Web-Applikationen genannt, haben in den letzten 5 Jahren eine stürmische Entwicklung durchlaufen, die von der Navigation durch einen Hypermedia-Raum bis zur modernen B2C- oder B2B-Applikation mit Geschäftsprozessen reicht.

#### 1.1 Hypermedia-basierte Navigation

Vor etwa 5 Jahren war das World Wide Web (WWW) nach dem Hypermedia-Prinzip organisiert und diente praktisch nur zur Präsentation von Information. Dem Hypermedia-Prinzip folgend wird textuelle oder grafische Information, die auf einer Web-Seite steht, mit Informationen auf anderen Webseiten durch Links verknüpft. Der Link gibt die Art der Verknüpfung und die Adresse (URL) der Zielseite an - die Webseite eines Buchs kann zum Beispiel mit den Webseiten seines Autors, seines Verlags und seiner Inhaltsangabe verknüpft sein.

Klickt man einen Link an, so holt und präsentiert der Webbrowser die Web-

seite, auf die der Link verweist; dies nennt man einen Navigationsschritt. Durch eine Folge von Navigationsschritten kann man sich von Webseiten, die einen interessieren und die miteinander verknüpft sind, große Mengen von Informationen holen.

#### 1.2 Dynamische Webseiten, Formulare und Schalter

In den folgenden Jahren wurde (mit Definition der CGI-Schnittstelle) die Möglichkeit geschaffen, Webseiten mit dynamischem, d.h. nach Interesse des Benutzers zusammengestelltem Inhalt anzuzeigen. Dabei sind die Inhalte, wie etwa die Informationen zu allen Büchern, in einer Datenbank abgespeichert. Soll ein bestimmtes Buch angezeigt werden, greift ein vom Browser aufgerufenes Programm auf die Datenbank zu und fügt den Inhalt dynamisch in das Skelett der Webseite des Buchs ein.

Gleichzeitig damit wurden HTML-Formulare eingeführt, so dass man Schalter auf einer Webseite anzeigen und bei ihrem Drücken Benutzereingaben einlesen und Aktionen auslösen kann. Diese werden durch die Ausführung eines vom Browser aufgerufenen Programms realisiert.

#### 1.3 Applikationsserver, Java Servlets und Java Server Pages

Applikationsserver, Java Servlets und Java Server Pages, die auch auf den beschriebenen navigationsorientierten Grundlagen basieren, haben in den letzten Jahren immer mehr die CGI-Programmierung ersetzt. Einerseits liegt dies an der besseren Performanz; andererseits ermöglicht diese Basissoftware den Einsatz moderner objektorientierter Softwaretechnologien, die sich bereits auf anderen Anwendungsgebieten bewährt haben, auch für Web-Applikationen.



#### Prof. Dr. Hans-Albrecht Schmid

war nach seinem Studium an der Universität Stuttgart und am Institut National Polytechnique de Grenoble und nach seiner Promotion mit einem Doktorandenstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes als Assistent an der Universität Karlsruhe, als Gastprofessor an der University of Toronto und als Forschungsgruppenleiter an der Universität Stuttgart. Darauf war er zehn Jahre im IBM Entwicklungslabor Böblingen in verschiedenen leitenden technischen und Management-Positionen tätig, bevor er als Professor an die Fachhochschule Konstanz kam. Seine Forschungsschwerpunkte sind fortgeschrittene Softwaretechnologien in technischen und kommerziellen Anwendungsgebieten. Er hat eine größere Anzahl von Forschungsprojekten, darunter ein DFG-Projekt, durchgeführt und eine beträchtliche Anzahl international anerkannter Veröffentlichungen auf diesen Gebieten publiziert.

#### 1.4 Moderne Geschäfts-Web-Applikationen

Moderne, große geschäftliche Web-Applikationen dienen einerseits zur direkten Kommunikation mit dem Kunden, "neudeutsch" B2C (business to customer) genannt, andererseits zur Durchführung des Geschäftsverkehrs zwischen Firmen, B2B (business to business) genannt.

B2C-Web-Applikationen präsentieren dem (potentiellen) Kunden das Angebot und die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens, indem sie ihn durch Webseiten navigieren lassen, auf denen





aber nicht der innere Zustand des Geschäftsprozesses verändert wird und dass dies die Ursache für die auftretenden Probleme ist.

Dieses und weitere Probleme und Fehler (siehe [Schmid Rossi 02]) sind in Wissenschaft und Technik nicht unbekannt. Aber bisher wurden nur Ad-Hoc Methoden zur Lösung vorgeschlagen, welche die eigentliche Ursache nicht beseitigen.

### 3. Geschäftsprozesse

Zusammen mit Prof. Dr. Gustavo Rossi und seinem Team vom LIFIA in La Plata führe ich ein vom BMBW unterstütztes deutsch-argentinisches Kooperations-Projekt zu Internet-Applikationen durch. In gemeinsamer Arbeit haben wir uns mit navigationsbasierten Web-Applikationen und den Problemen und Fehlern, die dabei auftreten können, beschäftigt. Vorteilhaft war, dass sich unsere Erfahrungen und Kenntnisse praktisch perfekt ergänzten. Er ist mit seinem Team seit langem auf dem Gebiet der Hypermedia und Modellierung von Web-Applikationen tätig und anerkannter Experte, wir haben uns im Rahmen von verschiedenen, auch vom MWK und der Industrie unterstützten Forschungsvorhaben mit Geschäftsprozessen in Geschäftsanwendungen (siehe z.B. [Schmid99]) beschäftigt. Gemeinsam konnten wir die bekannten Probleme analysieren, sie auf ihre eigentliche Ursache, das Fehlen des Konzepts der Geschäftsprozesse, zurückführen und zeigen, wie man als Lösung die Hypermedia-basierte Navigation um das Konzept der Geschäftsprozesse erweitern sollte. Als konkretes Beispiel für unseren Ansatz haben wir die von Prof. Rossi mitentwickelte weltbekannte Modellierungs- und Designmethode für Web-Applikationen OOHDM um das Konzept der Geschäftsprozesse erweitert [Schmid Rossi 02]. Lassen Sie uns diese Lösung am Beispiel unseres Web-Buchladens erläutern.

#### 3.1 Geschäftsprozess Bestellung

Der Bestellprozess des Web-Buchladens wird in Abb. 2 durch ein UML Zustandsdiagramm dargestellt. Wird

der Bestellprozess gestartet, so ist man in dem durch den "Checkout"-Kasten dargestellten Zustand (das heißt: bei der Ausführung des Bestellprozesses). Dieser hat verschiedene Unterzustände, welche die Ausführung der verschiedenen Aktivitäten Login, ConfirmItems, usw. repräsentieren, die zusammen den Bestellprozess bilden. Bei jeder Aktivität müssen für den Bestellvorgang wesentliche Angaben vom Kunden gemacht werden. Die Ablaufreihenfolge der Aktivitäten ist durch den Bestell-Geschäftsprozess festgelegt. Nach dem Starten des Bestellprozess muss vom (durch einen schwarzen Kreis dargestellten) Initialzustand aus die Login-Aktivität ausgeführt werden, danach die ConfirmItems-Aktivität, welche zur Bestätigung dient, dass alle im Warenkorb enthaltenen Bücher bestellt werden sollen. Anschließend hat der Kunde die Wahlmöglichkeit, in welcher Reihenfolge er die drei Aktivitäten DeliveryOptions (Lieferoptionen), ShippingAddress (Lieferadresse) und PaymentOptions (Zahlungsmodalitäten) ausführen will. Bei der letzteren werden je nach Auswahl zwei unterschiedliche Webseiten gezeigt. Erst wenn alle drei Aktivitäten DeliveryOptions, ShippingAddress und PaymentOptions vom Kunden durchgeführt sind, wird durch Drücken des Bestellen-Schalters der Geschäftsprozess abgeschlossen und die Bestellung durchgeführt. Man beachte, dass ein Ablauf mit einer solchen Wahlmöglichkeit nicht mit Navigation realisierbar ist.

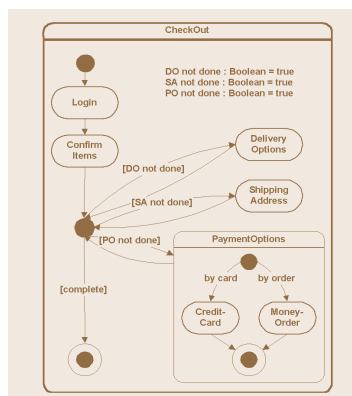


Abb. 2: Bestellprozess des Web-Buchladens

#### 3.2 Integration von Navigation und Geschäftsprozessen

Navigation und Bestellprozess sollen im Web-Buchladen zusammen eine integrierte Anwendung bilden. Der zum Stöbern dienende Bereich wird weiterhin mit Navigation realisiert und nicht gegenüber Abschnitt 2 geändert. Es muss aber möglich sein, sinnvoll von der Navigation zum Bestellprozess und zurück zu kommen, wie das UML Zustandsdiagramm von Abb. 3 zeigt. Der Kunde kann den Bestellprozess im Navigationszustand von der Homepage und der ShoppingCart- (Warenkorb-) Seite aus starten (durch Drücken eines Schalters), und nach seiner erfolgreichen (oder evt. auch erfolglosen) Durchführung kommt er zur Homepage und in den Navigationszustand zurück. Somit wird der eine Zustand, sei es Navigationszustand oder Geschäftsprozesszustand, verlassen, wenn der andere betreten wird.

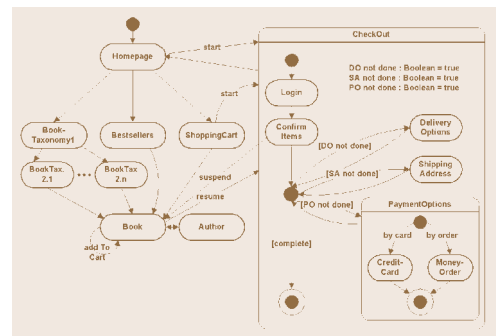


Abb. 3: Integration von Navigation und Bestellprozess im Web-Buchladen

Aber ein Kunde sollte auch die Möglichkeit haben, den Bestellprozess zu unterbrechen und verlassen (siehe die suspend-Kante von ConfirmItems zu Book in Abb.3), wenn er sich in der ConfirmItems-Aktivität noch einmal genauere Information über die Bücher in seinem Warenkorb verschaffen will. Dabei sollte der Bestellprozess verlassen und suspendiert und der Navigationszustand betreten werden. Hat sich der Kunde genügend über die Bücher informiert (evt. auch durch weitere Navigation zur Autor-Seite), sollte ihm die Möglichkeit geboten werden, von der Buchseite aus durch Drücken der Schalter "Bestellprozess wiederaufneh-

men" den Bestellprozess im unterbrochenen Zustand wiederaufzunehmen (siehe die resume-Kante von Book zu CheckOut in Abb.3). Ansonsten, wenn nur der Neustart möglich wäre, müsste er bereits durchgeführte Aktivitäten wieder durchführen und bereits eingebene Information wieder eingeben.

### 3.3 Zusammenfassung

Lassen Sie uns zusammenfassen, welche unterschiedlichen Charakteristika Navigation und Geschäftsprozesse haben:

- Der momentane Zustand der Navigation wird durch die angezeigte Webseite bestimmt. Wie man in diesen Zustand kam, oder wohin man weiter navigiert, liegt im Belieben des einzelnen Kunden. Das bedeutet, es gibt unendlich viele unterschiedliche Möglichkeiten der Navigation durch den Buchladen.

- Ein Geschäftsprozess gibt genau vor, welche Aktivitäten mit ihren jeweils zugeordneten Webseiten in welcher Reihenfolge durchlaufen werden müssen; er führt den Kunden durch diese Aktivitäten. Sein momentaner Zustand wird nicht nur durch die angezeigte Webseite, sondern auch durch weitere Zustandsinformation bestimmt, welche dazu dient, sicherzustellen, dass alle zum Geschäftsprozess gehörigen Aktivitäten in der vorgegebenen Reihenfolge durchlaufen werden. Seine Ausführung sollte bei Bedarf an vorgesehenen Stellen vom Kunden unterbrochen werden und wiederaufgenommen werden können.

Somit stellen Navigation und Geschäftsprozesse unterschiedliche Konzepte dar, die zwar gemeinsam in eine Anwendung integriert werden können, aber nicht miteinander verwechselt werden dürfen.

## 4. Aktivitäts-Komponenten zur Realisierung von Aktivitäten

### 4.1 Phasenverschiebung zwischen Aktivität und Servlets

Analysiert man den Ablauf einer Aktivität wie Bestellung bestätigen (ConfirmItems), stellt man fest, dass sie eine Liste der Artikel im Warenkorb ausgibt, dann auf die Bestätigung oder Abän-

derung der Liste wartet, und die betreffende Benutzereingabe dann entsprechend verarbeitet. Somit führt eine Aktivität zuerst eine Ausgabe durch, bevor sie die dazugehörige Benutzereingabe verarbeitet.

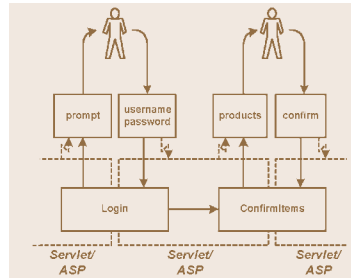


Abb. 4: Phasenverschiebung zwischen Aktivitätsstruktur und der Servlet/Request-Response-Struktur

Servlets wie alle andere Webanwendungs-Basissoftware legen ihrer Arbeit aber einen Eingabe-Ausgabezyklus (Request-Response) zugrunde. Somit passt die logische Struktur einer Aktivität und die physisch orientierte Struktur der Basissoftware nicht zusammen (siehe Abb. 4). Das Problem ist, dass es eine Phasenverschiebung dazwischen gibt, wie in unserer Arbeit [Schmid Rossi 01] gezeigt, welche eine Fehlanpassung zwischen der Aktivitätsstruktur und der Basissoftwarestruktur zur Folge hat.

Wenn man Aktivitäten direkt mit Servlets implementiert, verursacht diese Phasenverschiebungs-Fehlanpassung eine Anzahl von Problemen und Nachteilen (siehe [Schmid Rossi 01]), die eine aufwendigere Softwareentwicklung und teurere Abänderung und Wartung zur Folge haben. Zum Beispiel lässt sich eine Aktivität wie die Login-Aktivität, die für einen Geschäftsprozess entwickelt und erstellt wurde, praktisch nicht in einem anderen Geschäftsprozess wiederverwenden, auch wenn die funktionalen Anforderungen genau dieselben sind. Daher haben wir ein Komponentenframework und ein zugeordnetes Klassenframework für wiederverwendbare Aktivitäts-Komponenten mit dem Namen WAcCoF (Web Activity Component Framework) entwickelt (siehe [Schmid Rossi 01]). Die Aktivitäts-

Komponenten arbeiten gemäß der logischen Aktivitätenstruktur und vermeiden somit die genannten Nachteile und Probleme.

### 4.2 Schnittstellen einer Aktivitätskomponente

Eine Aktivitätskomponente hat eine Eingangsschnittstelle, ActivityIF, welche unter anderem die Operationen start, getOutputPage und ProcessInput anbietet (siehe Abb. 5). Diese Operationen werden in der Reihenfolge start, getOutputPage und ProcessInput aufgerufen, wobei der Aufrufzyklus getOutputPage und ProcessInput solange wiederholt wird, bis eine Aktivität ihre Arbeit abgeschlossen hat und zum Beispiel eine bestätigte Liste mit zu bestellenden Artikeln vom Kunden erhalten hat. Somit folgt eine Aktivitätskomponente dem Ausgabe-Eingabezyklus. Der beschriebene Ablauf wird im Detail etwas komplexer, da wir Java Server Pages (JSP), wie das in der Praxis weit verbreitet ist, zur Erstellung der Webseiten verwenden.

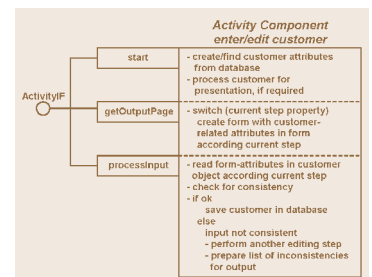


Abb. 5: Schnittstellen und Abläufe in der Kunden-Editieren Aktivitätskomponente

Wenn eine Aktivitätskomponente ihre Arbeit beendet hat, signalisiert sie das ihrem Aufrufer. Dazu dient eine Child-ActivityListener Ausgangsschnittstelle, welche Ereignis-Operationen wie etwa childActivityCommitDone enthält, über deren Aufruf eine Aktivität den Grund für ihre Beendigung der Arbeit angibt.

### 4.3 Wiederverwendung des Standard-Verhaltens einer Aktivität

Verschiedene Aktivitäten eines Geschäftsprozesses zeigen in Hinsicht auf wichtige Aspekte ein ähnliches Verhalten. So haben sie gleiche oder

ähnliche Schalter und müssen jeweils nach einer Benutzereingabe herausfinden, welcher Schalter gedrückt wurde. Um dieses Standard-Verhalten nicht bei jeder Erstellung einer Aktivitätskomponente für eine Web-Applikation von neuem programmieren zu müssen, stellen wir einen Ereignisadapter bereit, der dieses Standardverhalten beinhaltet. Wie Abb.6 zeigt, hat der Ereignisadapter eine Ausgangsschnittstelle mit Operationen wie etwa `commitPressed`, welche die Eingangsschnittstelle der Aktivitätskomponente bildet. Auf diese Weise kann der Entwickler einer Anwendungs-Aktivitätskomponente direkt die Reaktion der Anwendung auf das Drücken des `commit`-Schalters programmieren und muss sich nicht darum kümmern, wie dieser Aufruf im Detail zustande kommt. Aktivitätskomponenten lassen sich auf einfache Weise in verschiedenen Geschäftsprozessen wiederverwenden.

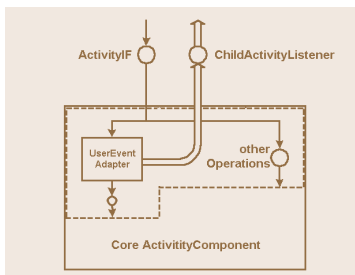


Abb. 6: Ereignisadapter zur Wiederverwendung des Standardverhaltens

## 5. Aktivitäts-Komponenten-Baum zur Realisierung eines Geschäftsprozesses

### 5.1 ComposedActivity-Komponente

Um Geschäftsprozesse auf einfache Weise realisieren und wiederverwenden zu können, stellt unser Komponentenframework `ComposedActivity`-Komponenten bereit. Eine `ComposedActivity` stellt eine Eltern-Aktivität dar, welche mit Kindaktivitäten zusammengebaut ist und die Ausführung ihrer Aufgaben (zum Teil) an sie delegiert.

Eine `ComposedActivity`-Komponente hat, wie Abb. 7 zeigt, das `ActivityIF` als eine weitere Ausgangsschnittstelle, über die sie Dienste ihrer Kindaktivität

aufruft, und die `ChildActivityListener`-Schnittstelle als weitere Eingangsschnittstelle, über welche sie Rückmeldungen ihrer Kindaktivitäten erhält. Der Ereignisadapter ist für `ComposedActivity`-Komponenten erweitert, so dass er automatisch die `getOutputPage` und `processInput`-Aufrufe an die Kindaktivität weiterleitet, die gerade aktiv ist und die Kontrolle besitzt.

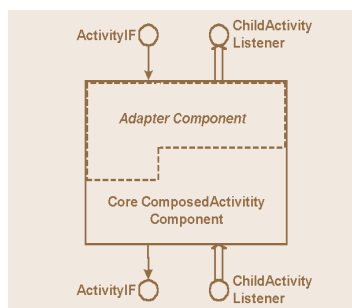


Abb. 7: Schnittstellen einer `ComposedActivity`-Komponente

### 5.2 Zusammenarbeit von Elternkomponente mit Kindkomponenten

Der Geschäftsprozess Bestellen ist als `ComposedActivity`-Komponente mit den `ChildActivity`-Komponenten Login, ConfirmItems, usw. zusammengebaut. Abb. 8 zeigt anhand eines UML Sequenzdiagramms (bei dem der zeitliche Ablauf von oben nach unten dargestellt ist), wie ein Servlet, das die Phasenverschiebung transformiert, mit einer `ComposedActivity`-Eltern-Komponente und zwei Kindkomponenten zusammenarbeitet. Die `ComposedActivity` startet im ersten dargestellten `processInput`-Aufruf die `ChildActivity1` und leitet weitere `getOutputPage` und `processInput`-Aufrufe an sie weiter, bis die `ChildActivity1` auf den `commitPressed`-Aufruf des integrierten Ereignisadapters reagiert. Sie beendet ihre Tätigkeit und schließt sie durch Absenden des Ereignisses `childActivitycommitDone` ab. Die Elternaktivität reagiert auf dieses Ereignis und startet eine weitere Kindaktivität `ChildActivity2`, bei welcher der weitere Ablauf entsprechend erfolgt.

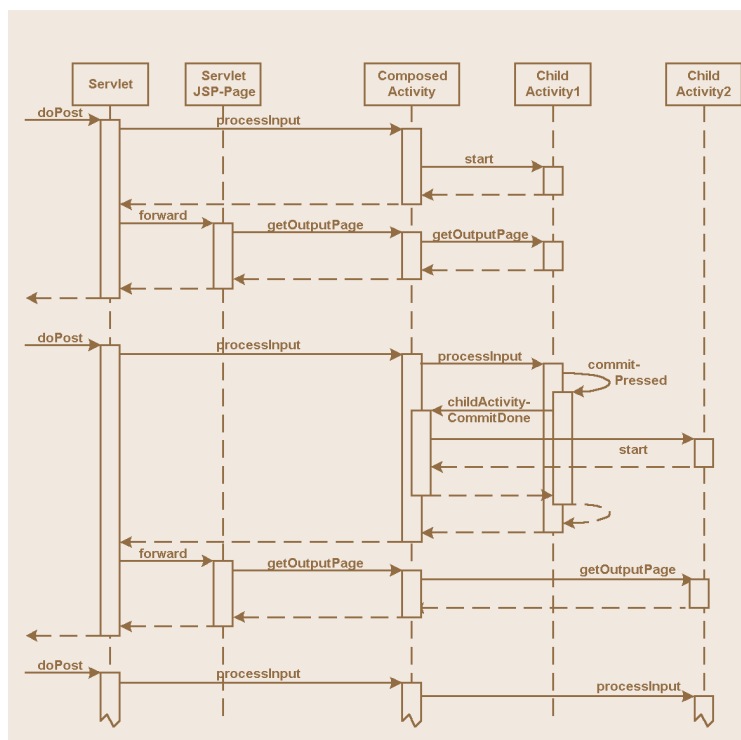


Abb. 8: Zusammenarbeit einer `ComposedActivity`-Komponente mit zwei `ChildActivity`-Komponenten



## 6. Anwendungen mit Aktivitäts-Komponenten- und Klassenframework WAcCoF

Nachdem eine erste Version des Aktivitäts-Komponenten- und Klassenframework WAcCoF von Florian Falkenstein in einer Diplomarbeit unter meiner Leitung und Betreuung im Rahmen des BMBF-Kooperationsprojektes am LIFIA in La Plata fertiggestellt war, setzte ich das Framework zur schnellen und einfachen Erstellung von Web-Applikationen im Rahmen von Projekten des 7. und 8. Studiensemesters im Studiengang Technische Informatik ein.

Eine Gruppe von 6 Studenten entwickelte damit CRE@M, das im Sommer 2001 fertiggestellt und bei der InterTech 2001 in St. Gallen preisgekrönt. Kundenbeziehungsmanagementsystem für Handwerker und kleinere Betriebe für technische Anlagen wie zum Beispiel Heizungen. Es ist in einem eigenen Beitrag beschrieben. Die Studenten Michael Harting, Daniel Nock und Thomas Wolfschläger entwickelten ein im Frühjahr 2002 fertig-

gestelltes System für Mitfahrzentralen, das in bisher kaum gekannter Weise Navigations- und Stöbermöglichkeiten sehr benutzerfreundlich mit geführten und schnellen Suchprozessen kombiniert.

## 7. Referenzen

[Baresi 00]

L. Baresi, F. Garzotto, P. Paolini, and S. Valenti: "HDM2000: The HDM Hypertext Design Model Revisited" Tech. Report, Politecnico di Milano, Jan. 2000 [Ceri 00]

S. Ceri, P. Fraternali, S. Paraboschi: "Web Modeling Language (WebML): a modeling language for designing Web sites". Proceedings of the 9th. International World Wide Web Conference, Elsevier 2000, pp 137-157 [Schwabe Rossi 98]

D. Schwabe, G. Rossi: "An object-oriented approach to web-based application design". Theory and Practice of Object Systems (TAPOS), Special Issue on the Internet, v. 4 No.4, pp.207-225, October, 1998.

[Schmid 99]

H.A.Schmid: "Business Entity Components and Business Process Components"; Journal of Object Oriented Programming, Vol.12, No.6, Oct. 99 [Schmid Rossi 01]

H. A. Schmid, G. Rossi and F. Falkenstein "Components for the Reuse of Activities in Web Applications". in: OOIS 2001, Proceedings of the 7th. International Conference on Object-Oriented Information Systems, Calgary, Canada, August 2001, Springer Verlag, London, 2001

[Schmid Cristaldi 01]

H. A. Schmid, A. Cristaldi and G. Jacobson "A Business Process Components Framework". in: OOIS 2001, Proceedings of the 7th. International Conference on Object-Oriented Information Systems, Calgary, Canada, August 2001, Springer Verlag, London, 2001 [Schmid Rossi 02] H. A. Schmid, G. Rossi "Designing Business Processes in Web Applications", to be published by Conference on Electronic Commerce Aix-en-Provence, 2002 <

# Antriebssysteme – Leistungselectronic

## Unsere Kompetenzen



Systementwicklung  
Prozessorientierung  
Elektronik HW und SW Entwicklung und Produktion  
Qualifizierung, Lebensdauertest und Simulation

## Unsere Leitlinien



optimierte Fertigungstiefe  
Hohe Umsetzungsgeschwindigkeit und Flexibilität  
Prozessorientierung und Unabhängigkeit  
Systemorientierung und Schnittstellenbeherrschung

## Unsere Referenzen



Elektroindustrie  
Automobilindustrie  
Fahrzeug- und Maschinenbautechnik  
Energie- und Automatisierungstechnik

Thien Electronic GmbH  
Schönwiesstrasse 3  
A - 6845 Hohenems  
Tel.: 0043-55 76-75 3 49  
Fax: 0043-55 76-75 4 51

**Thien**  
electronic

**Thien**  
e - motoren

Thien E-Motoren GmbH  
Hadeldorfstrasse 47  
A - 6830 Rankweil  
Tel.: 0043-55 22-49 27-0  
Fax: 0043-55 22-4 23 61

# Saubermann fürs Stromnetz

## Leistungsfaktorkorrektur (PFC)

### mit Silizium-Karbid-Diode

von Prof. Dr. Manfred W. Gekeler

Derzeit entsteht im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz in Kooperation mit der Moskauer Universität MEI und zwei Industriefirmen der Prototyp einer Schaltung zur Leistungsfaktorkorrektur, wie sie bei Stromversorgungen für Elektrogeräte zur Einhaltung der neuesten Normen benötigt wird. Innovativ ist neben der hohen Leistung von 3 kW insbesondere die Verwendung der weltweit ersten kommerziell verfügbaren Leistungshalbleiter aus dem neuen Halbleitermaterial Silizium-Karbid. Bereits jetzt zeichnen sich enorme Fortschritte hinsichtlich Volumen, Gewicht, Verlusten und Kosten ab. Im folgenden wird über den aktuellen Stand des Projekts berichtet.

#### 1. Wozu dient eine Leistungsfaktorkorrektur?

Manchem ist in jüngster Zeit beim Kauf eines Personal Computers das Schlagwort "Mit Aktiver PFC" aufgefallen. Viele dürften damit nichts anzufangen gewusst haben. Hinter dem Kürzel PFC verbirgt sich die englische Bezeichnung Power Factor Correction, auf deutsch Leistungsfaktorkorrektur.

Hintergrund dieses Korrekturbedarfs ist die Art und Weise, wie viele elektrische Geräte ihren Bedarf an elektrischer Energie aus dem einphasigen 230 V - oder dem dreiphasigen 400 V - Stromnetz entnehmen. Die Netzwechselspannung weist bekanntlich einen sinusförmigen Zeitverlauf mit einer Frequenz von 50 Hz (in Europa) auf. Idealerweise sollte der entnommene elektrische Strom ebenfalls einen sinusförmigen Zeitverlauf aufweisen. Bei vielen elektrischen Geräten ist dies jedoch keineswegs der Fall. Insbesondere dann, wenn aus der Netzwechselspannung über eine Gleichrichterschaltung eine Gleichspannung

erzeugt wird, weicht der Zeitverlauf des elektrischen Stroms ganz erheblich von der Sinusform ab (Abbildungen 1 und 2). Beispiele für solche Geräte sind Video- und HiFi-Geräte, Personal Computer, elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstoffröhren, Lichtdimmer, Wechselstromsteller und Frequenzumrichter zur Drehzahlverstellung von Elektromotoren.

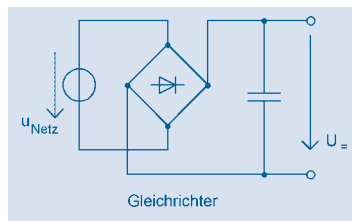


Abb. 1: Klassische Gleichrichterschaltung

Das Problem ist nun, dass dadurch andere elektrische Verbraucher gestört werden. Eine genauere Analyse zeigt, dass der nichtsinusförmige Netzstrom sog. Oberschwingungen enthält, das sind Stromanteile mit höheren Frequenzen als 50 Hz. Insbesondere treten Oberschwingungen auf, deren Frequenz ungeradzahlig Vielfache von 50 Hz sind, also 150 Hz, 250 Hz, 350 Hz etc.. Diese Oberschwingungsströme vagabundieren im Versorgungsnetz, verzerren die bislang sinusförmige Netzwechselspannung und haben unliebsame Effekte zur Folge.

Das Problem hat in den letzten Jahren dadurch an Brisanz gewonnen, dass die Zahl der Geräte, die solche Stromüberschwingungen erzeugen, immens zugenommen hat. Die Normungsstellen haben reagiert und im Jahr 2000 die Norm EN 61000-3-2 in Kraft gesetzt. Diese schreibt den Herstellern elektrischer Geräte vor, auf welche Werte die Stromüberschwingungen zu begrenzen sind.



**Prof. Dr. Manfred W. Gekeler**

vertritt seit 1994 als Professor der Fachhochschule Konstanz die Lehrgebiete Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik und leitet das gleichnamige Labor.

Um dies zu erreichen, gibt es eine Reihe verschiedener schaltungstechnischer Möglichkeiten. Im einfachsten Fall werden den Geräten Filter aus passiven Bauteilen wie Drosselspulen und Kondensatoren vorgeschaltet; man spricht dann von "Passiver PFC". In welchem Umfang man dadurch eine Verbesserung erzielt, lässt sich durch eine Kennzahl, den sog. Leistungsfaktor, engl. Power Factor, beschreiben. Er sollte idealerweise den Wert 1 aufweisen, ist in der Praxis jedoch stets geringer. Von diesem Begriff leitet sich der Name Power Factor Correction (PFC) ab.

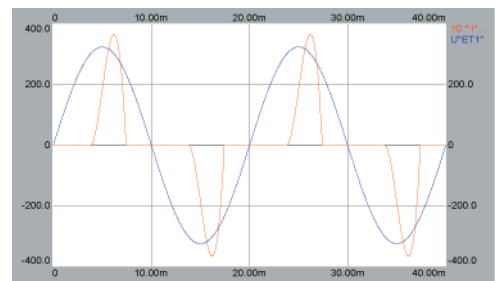


Abb. 2: Netzstrom (rot) und Netzspannung (blau) bei der Gleichrichterschaltung nach Abb. 1. Der Netzstrom weicht erheblich von der Sinusform ab. Andere Verbraucher werden gestört.

In vielen Fällen ist die Wirkung einer passiven PFC jedoch nicht ausreichend. Man setzt dann elektronische Schaltungen ein und spricht von "Aktiver PFC". Abb. 3 zeigt eine bekannte Schaltung einer solchen aktiven PFC. Zur Erläuterung der Funktionsweise soll hier auf die Fachliteratur verwiesen werden [1,2]. Es sei lediglich darauf hingewiesen, dass die wesentlichen Komponenten, auf die im folgenden noch genauer eingegangen wird, eine Drosselspule  $L$ , ein Leistungstransistor  $T$  und eine Diode  $D$  sind.

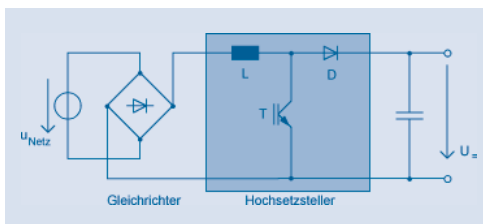


Abb. 3: Einphasige Schaltung zur Leistungsfaktorkorrektur

## 2. Silizium-Karbid - ein neues Halbleitermaterial

Eine aktive PFC bedeutet zusätzliche Bauteile, die Platz in Anspruch nehmen, Gewicht mitbringen und zusätzliche Kosten verursachen. Es ist deshalb naheliegend, sich Gedanken zu machen, wie diese Nachteile so gering wie möglich gehalten werden können.

Bei genauerer Betrachtung erkennt man schnell, dass die Drosselspule  $L$  einen erheblichen Anteil an Volumen und Gewicht ausmacht, dass man diesen jedoch prinzipbedingt dadurch verringern kann, indem man die sog. Schaltfrequenz, das ist die Häufigkeit der Schaltvorgänge des Leistungstransistors  $T$ , erhöht. Bei bislang üblichen Geräten schaltet dieser je Sekunde ca. 20000 bis 50000 mal, die Schaltfrequenz liegt also bei 20 bis 50 kHz.

Eine weitere Erhöhung dieser Schaltfrequenz scheitert jedoch an der dritten der genannten Komponenten, der Diode. Eine Diode ist ein elektronisches Ventil, das elektrischen Strom nur in einer Richtung passieren lässt; in Gegenrichtung sperrt sie. Als Halblei-

termaterial wurde bis vor kurzen in erster Linie Silizium verwendet, aus dem bekanntlich u.a. auch die Prozessoren von Computern hergestellt werden.

Siliziumdioden weisen jedoch einen verblüffenden Effekt auf, der besonders bei Leistungsdioden, die für hohe elektrische Spannungen gefertigt werden, zum Tragen kommt: immer dann, wenn eine Diode vom leitenden in den sperrenden Zustand übergeht, ergibt sich kurzzeitig ein Stromfluss in Rückwärtsrichtung, in der die Diode doch eigentlich sperren sollte; das Ventil braucht, bildhaft gesprochen, zum Schließen etwas Zeit. Dieser Rückwärtsstrom fließt zwar nur für Bruchteile einer Millionstel Sekunde, erreicht aber erhebliche Werte in der Größenordnung des zuvor fließenden Vorwärtsstroms. Die Konsequenz: diese Rückwärtsströme tragen ganz wesentlich zur Erwärmung sowohl der Diode als auch des Transistors bei.

Je höher nun die Schaltfrequenz ist, desto stärker die Erwärmung. Somit ergibt sich die Situation, dass man zur Verringerung von Volumen und Gewicht der Drosselspule die Schaltfrequenz erhöhen möchte, dass man damit aber wegen der Rückwärtsströme der Diode die Erwärmung dieser Diode und des Transistors steigert und damit an Grenzen stößt. Die bislang üblichen Schaltfrequenzen im Bereich 20 bis 50 kHz stellten einen brauchbaren Kompromiss dar.

Es gibt seit Jahren verschiedenartige schaltungstechnische Vorschläge, mit diesem Problem fertig zu werden. Vor kurzem ist jedoch ein gänzlich anderer Ansatz Realität geworden. Es ist gelungen, das Problem sozusagen an der Wurzel zu packen. Seit Beginn 2001 stehen weltweit erstmalig neuartige Dioden kommerziell zur Verfügung, die praktisch keinerlei Rückwärtsströme mehr aufweisen.

Dies ist dem Halbleiterhersteller Infineon durch die Verwendung eines neuen Halbleitermaterials gelungen. Anstelle des Siliziums wird Silizium-Karbid (SiC) verwendet. Theoretisch sind dessen herausragende Eigen-

schaften schon seit Jahren bekannt, im Laborversuch konnten sie auch experimentell bestätigt werden. Nur wider setzte sich das Material einer kommerziellen Fertigung. Bedingt durch eine große Zahl von Fehlstellen auf dem Ausgangsmaterial, sog. Microtubes, das sind kleinste Löcher, gelang es nicht, die erforderliche Spannungsfestigkeit zu erreichen. Infineon schaffte es, diese Hürde zu überwinden. [3]

Die Fachhochschule Konstanz war eine der ersten Hochschulen, denen der Hersteller Muster zur Verfügung stellte. Messungen im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz bestätigten die Erwartungen: die Rückwärtsströme sind praktisch verschwunden. Einer drastischen Steigerung der Schaltfrequenz und damit einer Verkleinerung der Drosselspule scheint nichts mehr im Wege zu stehen.

## 3. Projekt PFC mit 3 kW Leistung und SiC-Dioden

Das innovative österreichische Unternehmen Thien electronic hat einen aktuellen Bedarf: es benötigt für einen Antrieb eine einphasige PFC. Die besonderen Herausforderungen sind zum einen die ungewöhnlich hohe Leistung von 3 kW, zum andern aber die Forderungen nach möglichst geringem Volumen und Gewicht, da die PFC für ein tragbares Gerät vorgesehen ist, das leicht und kompakt sein soll. Ein Fall für Silizium-Karbid?

Nach verschiedenen Besprechungen mit den beteiligten Unternehmen und einigen Voruntersuchungen im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz konnte Prof. Komarov vom Moskauer Energetischen Institut (MEI), zu dem die Fachhochschule Konstanz seit ca. 10 Jahren beste Beziehung aufrecht erhält, für das Projekt gewonnen werden. Technische Vorgaben und Lösungsansatz kamen aus Konstanz, Moskau begann einen ersten Prototypen zu bauen. Im Februar 2002 wurde dieser an der Fachhochschule Konstanz erfolgreich in Betrieb genommen. Abb. 4 zeigt den Netzstrom bei

einer Leistung von zunächst 2 kW. Obwohl kleine Abweichungen von der Sinusform zu erkennen sind, erfüllt er doch die Normen problemlos. Die Schaltfrequenz konnte bis zum Redaktionsschluss dieses Beitrags auf rekordverdächtige 400 kHz erhöht werden, eine Steigerung gegenüber bislang üblichen Werten um den Faktor 10 bis 20. Dadurch ergab sich eine Verringerung des Gewichts der Drosselspule von zuvor 800 g auf jetzt 100 g, also um beachtliche 87%! Entsprechend geringer sind auch das Volumen und die Kosten. Eine weitere Steigerung der Schaltfrequenz auf ca. 500 kHz erscheint realistisch. Hieran wird derzeit gearbeitet.

Dieses Gemeinschaftsprojekt ist ein gelungenes Beispiel für eine fruchtbare Kooperation zwischen der Fachhochschule Konstanz, innovativen Industrieunternehmen und der Partnerhochschule in Moskau.

#### 4. Ausblick

Dioden aus Silizium-Karbid ermöglichen Schaltungsentwürfe der Leistungselektronik, die zu weiteren Fortschritten bei Stromversorgungen und drehzahlveränderlichen elektrischen Antrieben führen werden. Im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz wird bereits konkret über dreiphasige PFC mit Silizium-Karbid-Dioden nachgedacht. In Verbindung mit innovativen Multilevel-Schaltungskonzepten (Abb. 5) werden auch hier bemerkenswerte Vorzüge gegenüber heute üblichen Lösungen erwartet.

#### Literatur:

- [1] Mohan; Undeland; Robbins: Power Electronics; John Wiley & Sons, Inc. New York, 1995 (Chapter "Active harmonic filtering")
- [2] Lee; Jovanovic: Analysis and Design of Power Factor Correction Circuits; Lecture Notes 1995
- [3] Rupp, Roland, et. al.: SiC Schottky rectifiers: Performance, reliability and key applications; European Conference on Power Electronics and Applications, Graz 2001

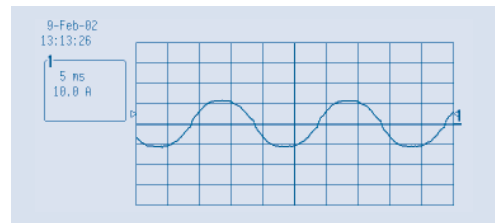


Abb. 4: Netzstrom bei der Schaltung nach Abb. 3. Er ist weitgehend sinusförmig und hält alle Normen ein.

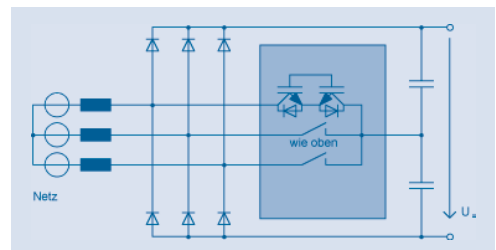


Abb. 5: Dreiphasige Dreistufen-Schaltung zur Leistungsfaktorkorrektur



Abb. 6: Prof. Dr. Evgueni Komarov, MEI (Moskauer Energetisches Institut); Prof. Dr. Manfred Gekeler, Fachhochschule Konstanz; Student Warlamor, MEI (von links)



## High Tech-

## Medizintechnik vom Bodensee

# STORZ MEDICAL

Weltweit arbeiten unsere Geräte im klinischen Einsatz. Unsere Stosswellentechologie findet in verschiedenen medizinischen Bereichen ihre Anwendung. Die bekannteste Anwendung ist wohl die Zertrümmerung von Nierensteinen, ganz ohne chirurgischen Eingriff ...

## Unsere Stärke: Die Stosswelle



STORZ MEDICAL AG • UNTERSEESTRASSE 47 • CH-8280 KREUZLINGEN • SCHWEIZ  
 TEL: +41/(0)71 677 45 45 • FAX: +41/(0)71 677 45 05 • INFO@STORZMEDICAL.COM • WWW.STORZMEDICAL.COM



## Träumen Sie ruhig von den Bahamas



Natürlich lieben Sie Ihren Job als Konstrukteur. Doch wer hätte nicht gern mehr Freizeit? Probieren Sie es doch mal mit medias® professional, unserer Produktauswahl- und Beratungssoftware auf CD-ROM. Mit dem kompletten INA-Katalogsortiment an Wälz-, Gelenk- und Gleitlagern sowie Linearführungen.

Per Piktogramm definieren Sie Ihre Konstruktionsbedingungen – z. B. Bauraumgröße, Freiheitsgrade oder Dichtung. medias® ermittelt dann für Sie die optimale Lagerbaureihe. Die anschließende Berechnung mit anwendungsbezogenen Parametern sichert das Ergebnis ab. Und birgt jede Menge Zeitsparpotential in sich.

Doch in medias® steckt noch viel mehr. Zum Beispiel die integrierte INA-Schmierstoffdatenbank für Wälzlageranwender – unverzichtbar für die exakte Lebensdauerberechnung. Und mit geballtem tribologischen Fachwissen für Sie.

Wenn Sie also in Zukunft öfter mal von den Bahamas träumen wollen, dann fordern Sie medias® professional in der neuesten Version doch einfach bei uns an. Natürlich kostenlos. Oder Sie gehen schon mal ein bisschen surfen: Auf der INA-Homepage finden Sie unter dem Stichwort „Produkte“ das Ganze auch online.

Ihr Konstruktionspartner

INA-Schaeffler KG



Technik kreativ

# Technik

## Formgedächtnislegierungen und deren Einsatzmöglichkeiten in der Praxis

von Professor Dr.-Ing. Paul Gümpel und Dipl.-Ing. (FH) Joachim Strittmatter

Fachhochschule Konstanz  
Werkstoffprüflabor  
Brauneggerstraße 55  
D-78462 Konstanz  
Telefon: +49 7531 206-112  
E-Mail: guempel@fh-konstanz.de

### Zusammenfassung

In technischen Prozessen wird heute ein Großteil an Funktionselementen, wie z. B. Aktuatoren, Stellelemente usw. mit komplizierten elektrischen, pneumatischen oder hydraulischen Antrieben bewerkstelligt. Durch den Einsatz von intelligenten Werkstoffen (Smart Materials) können hier erhebliche Vereinfachungen und Kosteneinsparungen erzielt werden. Zu den intelligenten Werkstoffen zählen in erster Linie die Metalle mit einem Formgedächtnisvermögen und die Piezokeramiken. Speziell bei den Formgedächtnismetallen hat sich in den vergangenen Jahren eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten gezeigt; hier sind sowohl Aktuator- als auch Sensorfunktionen zu nennen. Es existiert ein großes Potenzial an Anwendungsfällen, die allerdings ohne ein tiefgreifendes technisches Wissen über die Mechanismen in den Materialien nicht realisierbar sind. Das Gebiet der "intelligenten Werkstoffe" erstreckt sich mittlerweile auf eine relativ breite Vielfalt von Werkstoffgruppen und ein daraus abgeleitetes umfangreiches Anwendungsgebiet in den verschiedensten technischen bis medizinisch-biologischen Bereichen. Dieses umfasst einen weiten Rahmen, beginnend z. B. mit form- oder kraftaktiven Applikationen von Formgedächtnislegierungen (für Stellelemente, Verbindungselemente, Stützelemente und Manipulatoren in der Medizintechnik, in der Kontakttechnik, bei hochdämpfenden Federelementen) über ein breites Spektrum unterschiedlicher Werkstoffe für intelligente Sensoren im Makro-, Mikro- und Nanobereich.

Über die werkstoffkundlichen Hintergründe des Formgedächtniseffektes sowie dessen Anwendungen im konstruktiven Bereich wird berichtet.

### 1. Intelligente Werkstoffe und Strukturen

Intelligente Strukturen sind in der Lage während des Einsatzes auf Änderungen der Umgebungsbedingungen selbstständig zu reagieren und ihre Eigenschaften sinnvoll anzupassen. Im allgemeinsten Fall wird die Basisstruktur dazu durch sensorische, aktorische und informationsverarbeitende Grundelemente ergänzt.

Mit dem Oberbegriff "intelligent" charakterisiert man im deutschen Sprachgebrauch die Fähigkeit von Werkstoffen und Strukturen, Veränderungen bei den Umgebungs- bzw. Betriebsbedingungen zu erkennen und auf diese sinnvoll zu reagieren. Bei der im englischen Sprachgebrauch üblichen Abstufung des Intelligenzgrades technischer Systeme setzt der Begriff "intelligent" allerdings bereits eine implizite Lernfähigkeit auf der Basis von Vorwissen voraus. Da diese Art technischer Intelligenz im Werkstoffbereich auf absehbare Zeit nicht erreichbar sein dürfte, wird für die in der obigen Definition verwendete niedrige Intelligenzform in der englischsprachigen Literatur der abgeschwächte Begriff "smart" (smart materials/structures) verwendet, für den es allerdings keine gebräuchliche deutsche Übersetzung gibt.

Mit dem Begriff "adaptiv" wird weiterhin der Aspekt der Anpassungsfähigkeit des Systems auf äußere Einflüsse bezeichnet. Bei metallischen Werkstoffen wird eine solche Adaption an die jeweilige Beanspruchung oftmals mittels einer Umwandlung vollzogen. Ein bereits seit rd. 100 Jahren bekannter



#### Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

vertritt die Fachgebiete Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung und Oberflächentechnik an der Fachhochschule Konstanz in Forschung und Lehre. Er ist Prorektor für Forschung und Entwicklung und leitet das Institut für angewandte Forschung (IAF) an der Fachhochschule Konstanz.



#### Dipl.-Ing. (FH) Joachim Strittmatter

studierte nach einer Ausbildung zum Betriebschlosser von 1989 bis 1994 Maschinenbau/Konstruktion und Verfahrenstechnik an der Fachhochschule Konstanz. Vor und im Studium längere Auslandsaufenthalte in Frankreich, Spanien und Russland, wo er die Landessprachen lernte. Die Diplomarbeit führte er in Sevilla durch. Seit 1994 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Labor für Werkstoffkunde an der Fachhochschule Konstanz in den FuE-Projekten "Energieautonome Grundwasserförderung durch Einsatz von Formgedächtnislegierungen", "Formgedächtnis-Marknagel" und "Formgedächtnis-Aktuator" tätig. Seit 2002 ist er zu 50% in dem neu gegründeten Institut für Werkstoffsystemtechnik an der Fachhochschule Konstanz im Thurgau, WITg, im Bereich intelligenter Werkstoffe tätig.

und heute oftmals angewandter "adaptiver" Effekt beruht auf der Erkenntnis, dass einige Stähle an ihrer Oberfläche dort, wo diese gerieben wird, aufgrund einer spannungsinduzierten Martensitbildung eine besonders harte Schicht bilden; dieser Vorgang gleicht der Bildung von Hornhaut an den Fußsohlen beim Barfußgehen. Auch bei diesem "adaptiven" Effekt spielt die martensitische Umwandlung eine wichtige Rolle.

In den fünfziger Jahren folgte schließlich die Beobachtung, dass Werkstücke aus bestimmten Legierungen des Kupfers auf verblüffende Weise wiederholt ihre Form ändern können, wenn man sie mehrfach hintereinander erwärmt und abkühlt. Die beim Stahl damals längst bekannte Umwandlung läuft in diesen Legierungen reversibel ab: das Material kehrt jeweils auf dem gleichen Weg zu seiner ursprünglichen Struktur zurück.

Die Folgen dieses erstaunlichen Phänomens sind eine neue Materialeigenschaft: das sogenannte Formgedächtnis. Später fand man, dass auch andere Legierungen diesen Effekt zeigen können; Nickel-Titan ist davon bis jetzt die wichtigste und am Beispiel des Werkstoffes Nitinol soll das Verhalten der Formgedächtnislegierungen aufgezeigt und einige Anwendungsfälle vorgestellt werden.

## 2. Grundlagen des Formgedächtniseffektes (Shape-Memory-Effekt)

Voraussetzung für den Shape-Memory-Effekt ist eine sogenannte martensitische Umwandlung, bei der die beteiligten Phasen, Hochtemperaturphase (Austenit) und Niedertemperaturphase (Martensit), geordnete Gitterstrukturen aufweisen. Martensitische Umwandlungen sind diffusionslos. Sie stellen im wesentlichen eine bei Abkühlung auftretende Scherung des Austenitgitters dar. Während die martensitische Umwandlung bei Stahl zu einer starken Verspannung des Gitters und dadurch zur Bildung von Versetzungen und zu irreversibler Verformung führt, treten bei der Umwandlung in Formgedächtnislegierungen nur sehr geringe elastische Spannungen auf. Durch Bildung sogenannter "Zwillinge" in speziell orientierten Martensitplatten wird die durch Versetzungsbewegung verursachte irreversible plastische Verformung nahezu vollständig vermieden.

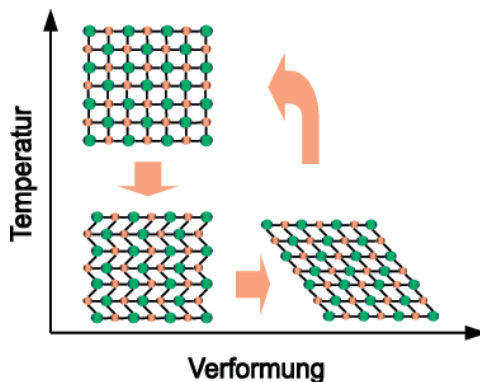


Abb. 1: Martensitische Umwandlung und Formgedächtniseffekt

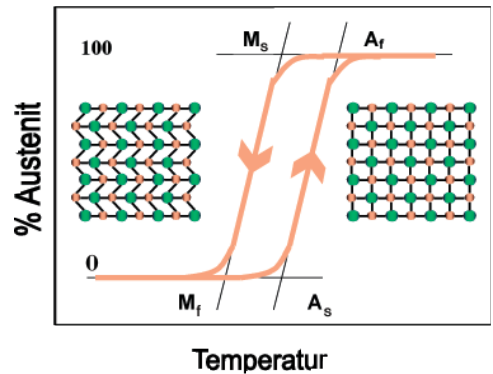


Abb. 2: Hysterese und Umwandlungstemperaturen

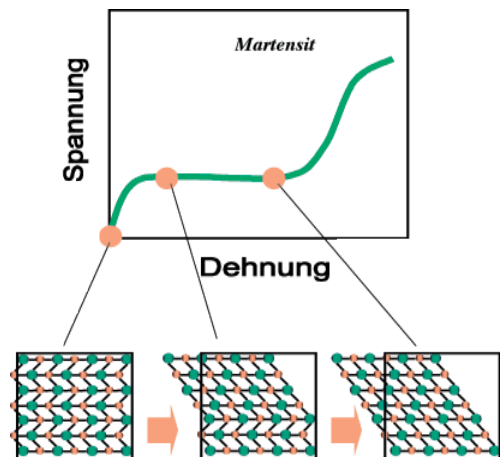


Abb. 3: Spannungs/Dehnungs-Diagramm und Verformungsmechanismus des Martensits

Der Mechanismus des Shape-Memory-Effekts ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt. Der kubisch raumzentrierte Austenit wandelt sich bei Abkühlung in eine verzwillingte Martensitstruktur um. Diese Umwandlung erfolgt diffusionslos durch "Klappvorgänge" und ist nicht mit einer Gestaltsänderung verbunden. Der Martensit ist durch "Entzwillingen" 8 bis 10% (für NiTi) leicht verformbar. Diese Verformung ist bleibend, solange das Material auf tiefer Temperatur bleibt (unter der Umwandlungstemperatur). Wird der verformte Martensit jedoch erwärmt, stellt sich bei Überschreiten der Umwandlungstemperatur die ursprüngliche Kristallorientierung der Hochtemperaturphase und damit die ursprüngliche Gestalt wieder ein.

Die Umwandlung Austenit/Martensit und die Rückumwandlung Martensit/Austenit finden bei unterschiedlichen Temperaturen statt, d.h., es wird eine Hysterese durchlaufen (Abbildung 2).

Die beiden Phasen zeigen charakteristische Unterschiede im Festigkeitsverhalten. Das Verfestigungsverhalten des Martensits ist recht ungewöhnlich. Es ist gekennzeichnet durch das sogenannte Martensitplateau, einen Bereich mit sehr geringer Verfestigung (Abbildung 3). Hier findet die Verformung durch Entzwillingen statt. Wenn diese Verformungsmöglichkeit erschöpft ist (nach ca. 8% Dehnung), müssen andere Verformungsarten aktiviert werden. An das Martensitplateau schließt sich somit ein zweiter elastischer Bereich an. Bei Erreichen der wahren Streckgrenze erfolgt die Verformung konventionell durch Versetzungsbewegung. Die Verformung im Bereich des Martensitplateaus kann durch Erwärmung rückgängig gemacht werden.

Ein ebenfalls ungewöhnliches Spannungs-Dehnungs-Diagramm wird bei der Verformung des Austenits im Temperaturbereich zwischen  $A_f$  (Austenit-finish) und einer kritischen Temperatur  $M_d$  (Grenztemperatur für spannungsinduzierte Martensitbildung) beobachtet. Hier tritt der Effekt der sogenannten Pseudo- oder Superelastizität auf, der auf die Bildung von spannungsinduziertem Martensit zurückzuführen ist (Abbildung 4). Die Martensitbildung kann nicht nur durch thermische sondern auch durch mechanische Triebkräfte bewirkt werden. Wird eine Formgedächtnislegierung im Hochtemperaturzustand (jedoch unterhalb  $M_d$ ) belastet, werden Martensitzwillinge induziert, die sofort entzwillen. Mit zunehmender Spannung wird mehr Martensit induziert und entzwillt. Da der Martensit bei diesen Temperaturen eigentlich nicht stabil ist, verschwindet er bei Entlastung. Die Probe nimmt daher ihre ursprüngliche Gestalt wieder an. Dieses Verhalten wird auch "gummiartig" genannt. Bei Temperaturen oberhalb  $M_d$  kann kein Martensit mehr induziert werden. Es ist nun leichter, Versetzungen zu erzeugen und zu bewegen. Das Span-

nungs/Dehnungs-Diagramm des Austenits gleicht somit dem konventioneller Legierungen.

Der Formgedächtniseffekt kann in verschiedener Weise genutzt werden. Das Ergebnis kann dabei sein:

- o Weg bzw. Bewegung (freies Formgedächtnis)
- o Kraft (unterdrücktes Formgedächtnis)
- o Kraft/Weg (Arbeit)
- o Superelastizität (Umwandlungselastizität)

Alle Nutzungsarten können im Spannungs/Dehnungs-Diagramm am Beispiel eines auf Zug beanspruchten Drahtes einfach dargestellt werden (Abbildung 5). Wird der an einem Ende befestigte Draht bei Raumtemperatur gedehnt, bleibt er bei Entlastung im gedehnten Zustand bis die Temperatur erhöht wird. Bei Überschreiten der Umwandlungstemperatur geht der Draht auf seine Ausgangslänge zurück. Da bei der Umwandlung keine Kraft einwirkt, wird dieser Fall "freies Formgedächtnis" genannt. Abkühlen unter die Umwandlungstemperatur bewirkt keine sichtbare Formänderung.

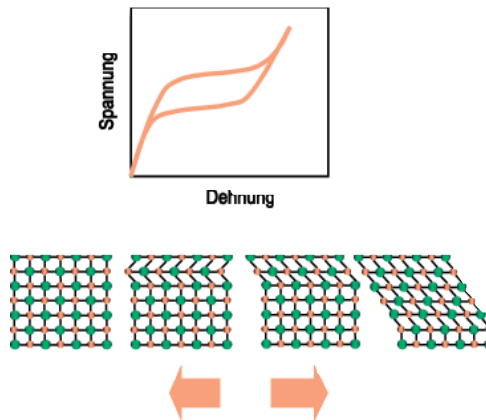


Abb. 4: Spannungs-/Dehnungs-Diagramm und Verformungsmechanismus einer superelastischen Legierung

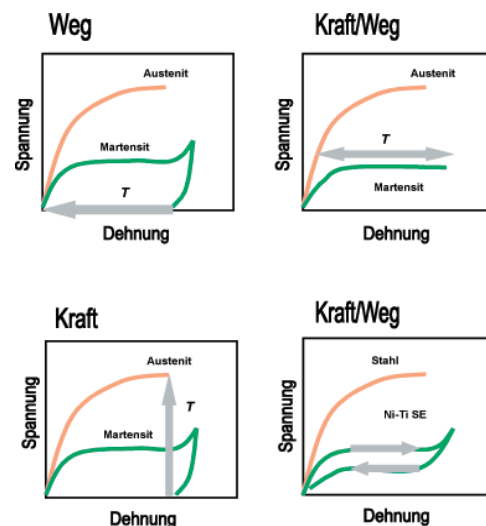


Abb. 5: Nutzungsarten des Formgedächtniseffektes im Spannungs/Dehnungs-Diagramm



Wird der Draht jedoch nach der Belastung daran gehindert, bei Erwärmung in seine Ausgangslage zurückzukehren, so baut er eine der unterdrückten Dehnung entsprechende Spannung auf. Dieses "unterdrückte Formgedächtnis" und die dabei auftretenden erheblichen Kräfte, werden in einer Vielzahl erfolgreicher Anwendungen genutzt.

Kann der Draht die Gegenkraft überwinden, wird Arbeit verrichtet. Bei Erwärmung hebt der Draht z. B. ein Gewicht über eine gewisse Distanz. Bei der Abkühlung kann dieses Gewicht den nun martensitisch "weich werdenden" Draht wieder verlängern und damit den Mechanismus zurückstellen.

Wird der Draht bei Temperaturen knapp oberhalb seiner Umwandlungstemperatur und damit im austenitischen Zustand belastet, kann Martensit spannungsinduziert gebildet werden, der nun wieder um 8% durch Klappvorgänge (Entzwilligung) gedehnt werden kann. Bei Entlastung wandelt sich der spannungsinduzierte Martensit wieder in Austenit um und geht dabei in seine Ausgangsgestalt zurück.

### 3. Anwendungen von Formgedächtnislegierungen

Je nach Legierungstyp und vorangegangenen "Training" (thermomechanische Behandlung) unterscheidet man drei mögliche Effekte:

- o beim Einwegformgedächtnis wird eine große, bleibende Verformung durch Erwärmen um wenige Grad Celsius rückgängig gemacht (Abb. 6).
- o beim Zweiwegeffekt erinnert sich das Bauteil aus FGL an vorher eingeprägte, ganz unterschiedliche Formen und nimmt diese bei Erwärmen und Abkühlen abwechselnd ein (Abbildung 7).
- o Pseudoelastizität bewirkt ein gummiartiges Verhalten, wobei fast konstante Kräfte über große Verformungswege ausgeübt werden (Abbildung 8).

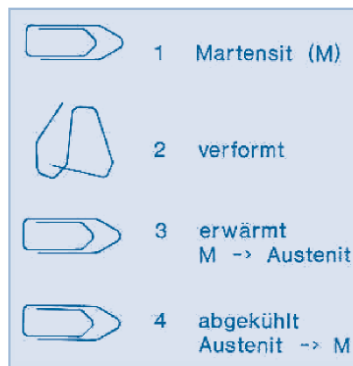


Abb. 6: Schematische Darstellung des Einwegeffektes

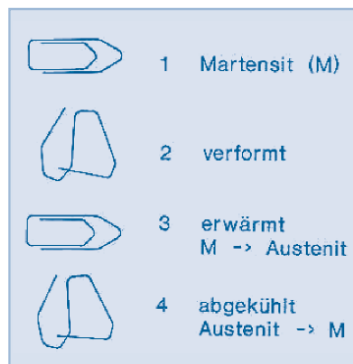


Abb. 7: Schematische Darstellung des Zweiwegeffektes

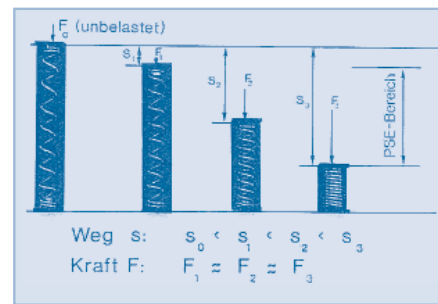


Abb. 8: Pseudoelastizität – es wirken nahezu konstante Kräfte über große Verformungswege

Eine Zusammenfassung von bislang realisierten Anwendungen von FGL in verschiedenen Bereichen der Technik zeigt Tabelle 1.

Über einige an der Fachhochschule Konstanz entwickelte Anwendungen von Formgedächtnislegierungen in der Praxis wird nachfolgend berichtet.

Technik \ FG-Effekt	Einweg	Zweiweg	Pseudo-Elastizität
Verbindung, Befestigung	Rohrverbindungen, Spreizstieten		Dichtungen, Brillenrahmen
Regelung		Ventilsteuerung, Wärme-Kälteschutz, Durchfluß, Gewächshaustemperatur	
Kraftfahrzeug		Öffnung von Nebel-lampen	Schalldämpfung
Datenverarbeitung	Steckverbindungen für Schaltkreise	Magnetische Datenspeicher, Kopf/Scheibensystem, Farbänderungen für opt. Speicherung	
Energie/Motor		WärmeKraftmaschinen, Steuerung von Solarzellen	
Automation		Roboterglieder, Manipulatoren	
Medizin	Implantate (Osteosynthese)	Endoskopsteuerung	Zahnspannen
Bekleidung	Versteifung von Geweben		Gummi-Ersatz (Tragekomfort)

Tabelle 1: Anwendungsmöglichkeiten von FGL in verschiedenen Bereichen der Technik

### 3.1 Schrägscheiben-Wärme-kraftmaschine

Die Schrägscheiben-Wärme-kraftmaschine der Fachhochschule Konstanz ist ein Motorenprinzip, das mittels Formgedächtnismetallen Niedertemperaturwärme in mechanische Energie umwandeln kann (Abbildung 9). Das Wirkprinzip basiert auf zwei gekoppelten Scheiben, zwischen denen Zugdrähte aus NiTiCu gespannt sind. Sie werden auf der einen Seite mit Luft gekühlt, auf der anderen Seite mit warmem Wasser erwärmt. Auf der Kaltseite werden die Drähte aufgrund der Scheibenneigung entlang der Kreisbahn mechanisch gedehnt. Ein anschließendes Eintauchen in Warmwasser löst die Phasenumwandlung aus: die Drähte sind bestrebt, sich in ihre ursprüngliche, kürzere Form zurückzuverwandeln. Da die Zugspannungen in den Drähten auf der warmen Seite um einiges größer sind als auf der kalten, erfolgt über die schräg angestellte Scheibe und die daraus resultierenden Tangentialkräfte die Drehbewegung.

Die Formgedächtnisdrähte bilden den Antrieb. Sie werden dabei nur auf Zug beansprucht. Die Memory-Drähte werden, wie erwähnt, abwechselnd erwärmt und abgekühlt. Auf der kalten Seite, auf der die Drähte martensitisch und damit "weich" sind, werden sie infolge der Schrägstellung der Scheibe bei geringer Spannung gedehnt. Die Neigung der Schrägscheibe ist über

zwei verstellbare Achsen so einstellbar, dass die 1000 mm langen NiTiCu-Drähte um bis zu 5% gedehnt werden.

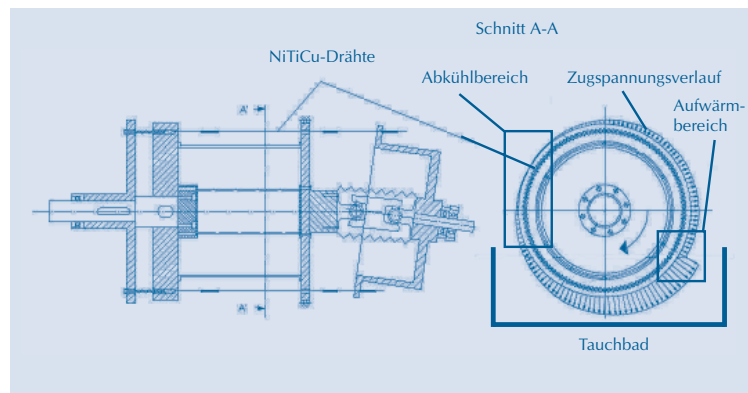


Abb. 9: Prinzip der Schrägscheiben-Wärme-kraftmaschine der FH Konstanz (links) und Zugspannungsverlauf der FGL-Drähte (rechts)

## Wir machen Fortschritt.

**Rohwedder**  
Group International

Die Rohwedder-Gruppe zählt mit weltweit über 600 Mitarbeitern zu den führenden Unternehmen auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik.

Unsere Montageanlagen finden Einsatz in nahezu allen Branchen der Industrie.

Zur Erweiterung unseres jungen Teams suchen wir engagierte Mitarbeiter für folgende Bereiche:

- Projekt Management
- Softwareentwicklung
- Mechanische Konstruktion



MONAGETECHNIK



PRÜFTECHNIK



HANDHABUNGSTECHNIK



BILDVERARBEITUNGSTECHNIK



ROBOTERTECHNIK



VAKUUMBESCHICHTUNGSTECHNIK

**Rohwedder AG**  
Montagetechnik

Personalabteilung  
Bernhard Heinzmann  
Kesselbachstraße 1  
88697 Bermatingen  
Tel.: +49 75 44/502-404  
bernhard.heinzmann@rohwedder.de

Besuchen Sie uns unter [www.rohwedder.de](http://www.rohwedder.de)

Auf der warmen Seite ziehen sich die Drähte wieder zusammen. Dabei üben sie auf die beiden Scheiben eine Kraft aus. Da die Rückstellspannungen größer sind als die Dehnspannungen, wird die Maschine in Rotation versetzt. Wie schon angedeutet, wird der Draht auf der kalten Seite unter Einwirkung einer Kraft verformt. Auf der warmen Seite hingegen übt er eine Kraft auf die geneigte Scheibe aus, da er die zuvor aufgebrauchte Verformung wieder zurückstellen will. Zugrunde gelegt wird, dass die zum Dehnen des Drahts benötigte Kraft konstant ist und die Rückstellkraft von einem etwa dreifach so hohen Maximalwert über den Drehwinkel auf Null abnimmt. Diese Annahmen beruhen auf Last-Deformations-Versuchen an dem in der Maschine verwendeten Draht eines chinesischen Drahtlieferanten.

Die vorgestellte Schrägscheiben-Wärme­kraft­ma­chine wird stän­dig wei­ter­ent­wickelt und opti­miert. Erste Ver­suche las­sen auf zu­frie­den­stel­len­de Werte schlie­ßen.

### 3.2 Formgedächtnis-Marknagel zur Knochenverlängerung

Diesem medizintechnischen Forschungsprojekt zur Entwicklung eines aktiven Implantats mit Formgedächtnislegierungen liegt folgender medizinische Sachverhalt zugrunde: jedes Gewebe reagiert auf eine Verletzung unter normalen Bedingungen mit Reparatur oder Heilungsvorgängen durch Zellvermehrung. Wird nach einer künstlich gesetzten Verletzung ein Dehnungsreiz z.B. durch Zug gesetzt, so kann diese Zellvermehrung und damit Gewebeneubildung nahezu beliebig verlängert werden. Hierdurch können auch große Knochenverluste, verursacht durch Frakturen oder angeborene Fehlstellungen wie Beinverkürzungen, sowie Fehlstellungen auf Grund von Infektionen, z.B. Kinderlähmung, ohne Knochenübertragung ausgeglichen werden. Durch das Verfahren der Kallusdistraktion wird die Kallusbildung im Knochenspalt mit Hilfe einer Fixatur bzw. eines Marknagels gefördert. Kallus ist das Keimge-

webe des Knochens, das sich bei Knochenbrüchen oder Durchtrennung in der Bruchlücke entwickelt. Der zu überbrückende Spalt sollte nicht größer als 1 mm sein. Der Vorgang beginnt mit der Kallusbildung am Spalt. Das Kallus ist zunächst rein bindegewebeartig. Später verfestigt es sich durch Kalkeinlagerungen und wird zu Knochengewebe umstrukturiert. Drei Wochen nach der Durchtrennung bilden sich Gefäßsysteme.

Zur Knochenverlängerung werden meist externe Systeme verwendet, wobei die beiden Knochenfragmente über Drähte auf Ringen fixiert werden. Die entscheidenden Nachteile dieser externen Systeme sind vor allem ein erhebliches Infektionsrisiko aufgrund der nach außen führenden Drähte, ein hoher Misskomfort für den Patienten durch die außenliegenden Ringe, ein unschönes kosmetisches Ergebnis wegen der Narbenbildung und sehr lange Krankenhausaufenthalte. Deshalb besteht in der Chirurgie ein großes Interesse an internen Knochenverlängerungssystemen.

Gegenstand dieses Projektes ist die Entwicklung eines aktiven Marknagels mit Formgedächtnislegierungen zur Knochenverlängerung und Defektüberbrückung entsprechend der Methode nach Betz und Baumgart. Dieser kann nach der Knochendurchtrennung in die Markhöhle des Röhrenknochens eingeführt und an den beiden Knochenfragmenten fixiert werden (Abbildung 10). Durch Hochfrequenz-Energieinkopplung erfolgt die Erwärmung des Formgedächtniselements und dessen Dilatation bewirkt anschließend die Knochenverlängerung. Die Operationswunde wird nach der Implantation wieder vollständig geschlossen, so dass das Infektionsrisiko während der Applikation minimal bleibt. Beim Auseinanderwandern der Knochenfragmente - ca. 1 mm pro Tag - wird Knochenmaterial nachgebildet, welches später die hervorragenden mechanischen Eigenschaften des Röhrenknochens besitzt. Bei dem neuartigen FG-Marknagel können durch die sehr hohe Leistungsdichte der FG-Elemente

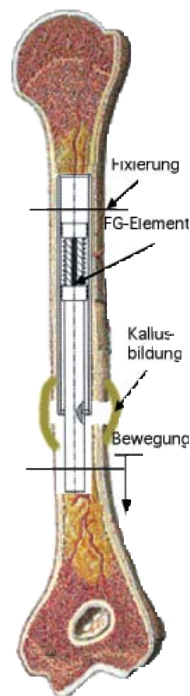


Abb. 10: Einbausituation

te auf kleinstem Bauraum hohe Kräfte übertragen werden. Aufgrund des großen Hubs dieser Arbeitselemente kann die Linearbewegung mit einem Minimum an bewegten Teilen ohne Rotation ausgeführt werden. Das sehr einfache mechanische Prinzip und die Kompaktheit des FG-Marknagels ist daher besonders vorteilhaft für Anwendungen am Unterschenkel sowie an der oberen Extremität und hat den zusätzlichen Vorteil der Kostenersparnis und der erhöhten Betriebssicherheit. Der originelle und innovative Lösungsansatz ermöglicht unter Umständen auch einen Einsatz dieser Knochenverlängerungsmethode an bisher noch nicht verlängerbaren kleineren Röhrenknochen.

Das Funktionsprinzip (Abbildung 11) des FG-Linearantriebs ist patentrechtlich geschützt und konnte durch einen ersten Prototyp mit Direktanschluss am Netzgerät unter Beweis gestellt werden. Ein miniaturisierter Prototyp für vorklinische Funktionstests und spätere Tierstudien, ausgestattet mit Empfänger und HF-Einkopplung, wird derzeit mit einer beteiligten Medizinfirma entwickelt.

### 3.3 Formgedächtnis-Aktuator für Hydraulikventil

Zum Schalten von Hydraulikventilen werden üblicherweise Magnetventile verwendet. Neben vielen Vorteilen wie kurzen Schaltzeiten, hohen Lastwechseln und Einsatz bei sehr unterschiedlichen Öltemperaturen weisen sie auch große Nachteile auf, wie ein hoher Preis und großer Platzbedarf. Derzeit betragen die Fertigungskosten für diese Komponenten ca. 35% der Gesamtherstellungskosten. Bei einer durchschnittlichen Jahresproduktion von ca. 5 Mio. dieser Ventile allein bei einem großen Hersteller wird das enorme Einsparungspotential deutlich. Durch ein Forschungsprojekt mit diesem führenden Ventilhersteller konnte erfolgreich demonstriert werden, dass es mit FG-Drähten möglich ist, funktionierende Hydraulikventile mit FG-Aktuatoren herzustellen. Abbildung 12 zeigt einen Größenvergleich des magnetisch betätigten und des formgedächtnisbetätigten Hydraulikventils, Abbildung 13 das Funktionsprinzip des entwickelten FG-Aktuators.

Anhand der Prinzipskizze in Abbildung 13 lässt sich die Funktion des FG-Aktuators wie folgt beschreiben: in der Bohrung der Verschlusschraube (1) befindet sich ein Stößel (2), der ventiltseitig durch eine Bundplatte (3) und anschlussseitig durch eine Führungsplatte (4) geführt wird. Auf einem bestimmten Lochkreisdurchmesser sind zwischen der Bundplatte und dem Stößelboden FG-Drähte (5) gespannt. Bei elektrischer Ansteuerung werden durch die Joulesche Wärmebringung die Drähte über die kritische Umwandlungstemperatur erwärmt und wandeln in den austenitischen Zustand um. Die dabei entstehenden Zugspannungen führen zur Drahtverkürzung und dem Ausfahren des Stößels, der in seiner Folge das Ventil gegen die Ventilgegenfeder betätigt. Eine Unterbrechung der Energieeinbringung führt zu einer Abkühlung der FG-Drähte. Dadurch wandeln sich diese Arbeitselemente wieder zurück in ihren martensitischen Zustand. Die Kraft der Ventilgegenfeder überwiegt nun und stellt das Hydraulik-

ventil und den Stößel wieder zurück. Die formgedächtnisbetätigten Hydraulikventile mit 0,8 mm Nennhub und 98 N Federkraft wurden bei hydraulischen Drücken von 200 bar getestet. Mit zuvor trainierten NiTi-Drähten mit 201 µm Durchmesser konnte durch Stellzeiten von 0,4 s erfolgreich demonstriert werden, dass es mit FG-Drähten möglich ist, funktionierende Hydraulikventile mit FG-Aktuatoren herzustellen. Derzeit finden bei dem Auftraggeber Überlegungen statt, aufbauend auf diesem Projekt eine Weiterentwicklung in Richtung eines kommerziellen FG-Hydraulikventils durchzuführen.

#### Schrifttum

- 1.) Stöckel, D.: Lehrgangsunterlagen "Konstruieren mit Formgedächtnislegierungen". Lehrgang an der Technischen Akademie Esslingen am 21. und 22. Februar 1994
- 2.) Halter, K.: Intelligente Werkstoffe – Formgedächtnislegierungen. Techpress 1/96, S. 3-7
- 3.) Gümpel, P.; Strittmatter, J.: Antriebe mit Formgedächtnislegierungen schonen Umwelt und Ressourcen. Maschinenmarkt 4/2001. S. 36 – 39
- 4.) Rüter, Kohn, Corell, Brutscher: Kalusdistraction, Urban&Schwarzenberg, 1998
- 5.) Der Hydraulik Trainer, Bände 1-6, Hrsg.: Mannesmann Rexroth GmbH, Lohr

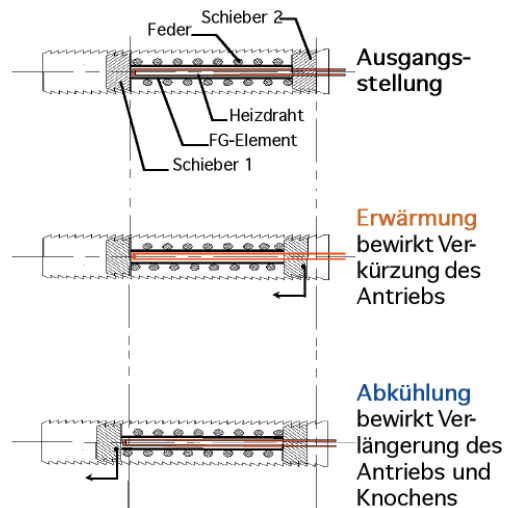


Abb. 11: Antriebsprinzip des FG-Marknagels

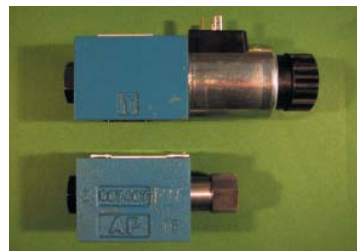


Abb. 12: Größenvergleich magnetisch betätigtes (oben) und formgedächtnisbetätigtes Hydraulikventil (unten)

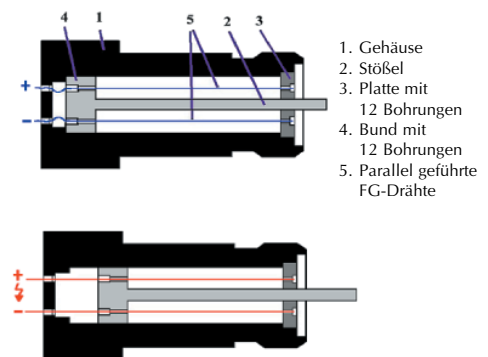


Abb. 13: Prinzipskizze des FG-Aktuators



# NIROSTA®- flexibel für Ihre Ideen.

Mit NIROSTA® können Sie sich überall sehen lassen, denn seine maßgeschneiderten Eigenschaften garantieren grenzenlose Einsatzmöglichkeiten.

Exklusiv von ThyssenKrupp Nirosta produziert, wird NIROSTA®-Band und -Blech höchsten Ansprüchen an Sicherheit, Lebensdauer, Korrosionsbeständigkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit gerecht. Mit NIROSTA® Edelstählen nehmen Ideen schnell Formen an.

NIROSTA® – die richtige Wahl.

ThyssenKrupp Nirosta GmbH  
47794 Krefeld

Kontakt für Studienabgänger:  
[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)  
„Das Unternehmen > Personal“

## ThyssenKrupp Nirosta

Ein Unternehmen von  
ThyssenKrupp Stainless



ThyssenKrupp

# Technik

## Förderung des Technikinteresses bei Schülerinnen

von Prof. Dr. Elkedagmar Heinrich, Dipl.-Psych. Rita Leydel, Dipl.-Ing. (FH) Mechthild Nicolin

### 1. Einführung und Fragestellung

Noch immer sind Frauen in technischen Studiengängen stark unterrepräsentiert. Während der bundesweite Frauenanteil in Psychologie und Erziehungswissenschaften etwa 79%, in Wirtschaftswissenschaften noch 42,5% beträgt, liegt er im Bauingenieurwesen bei 25,7% und in Informatik und Maschinenbau/Verfahrenstechnik bei 14,5 bzw. 14,3% (Quelle: bmb+f 2000).

Diese Zahlen beziehen sich auf alle Hochschulen der Bundesrepublik; an vielen Fachhochschulen, z.B. in Konstanz, sind diese Zahlen noch weitaus niedriger. Um mehr junge Frauen zu einem technischen Studiengang zu motivieren, ist es offenbar erforderlich, bereits in einem frühen Schulstadium das Interesse an technischen Aufgabenstellungen zu erhöhen.

Interessen sind nur relativ fest in der Persönlichkeitsstruktur verankert, da sie praktisch in jedem Alter verändert werden können. Auch in einem Alter zwischen 14 und 19 Jahren (also noch nach der 9. Jahrgangsstufe) konnten Bergmann & Eder (2000) noch deutliche Interessenentwicklungen feststellen.

Auf der Grundlage einer Person-Gegenstands-Konzeption nach Fink (1992) vermuten wir, dass die aufeinanderfolgenden Schritte der strukturellen Reorganisation eines komplexen Person-Gegenstands-Bezugs in Richtung zunehmender Differenziertheit verläuft. Das allgemeine Interesse von Mädchen an Technik sollte sich also im Laufe unseres Projektes weiter ausdifferenzieren. Um dies zu testen boten wir den Mädchen Technikmodelle an (Riesenrad, Windrad, Marknagel), die offensichtlich Lebensbereiche thematisieren, die in anderen Studien von Mädchen als interessant eingestuft wurden (Hoffmann, Häussler & Lehr-

ke, 1998). Diese kontextbezogenen Interessen sollten als "Türöffner" für die von Mädchen weniger interessant eingestuften Technikbereichen Elektrizität und Programmieren dienen.

Türöffner unseres Projektes sind:

- der Umweltschutz, realisiert durch ein Windrad,
- die Medizintechnik, realisiert durch einen Marknagel,
- die Sicherheitstechnik realisiert durch die Parkhausschranke und das Riesenrad.

Der für Mädchen hingegen weniger interessante Technikbereich Elektrizität wurde durch die Stromerzeugung des Windrades und die Verkabelung des Riesenrades und der Parkhausschranke realisiert; sozusagen "versteckt" präsentiert. Riesenrad und Parkhausschranke boten, ebenfalls "versteckt" die Möglichkeit, den weniger interessanten Bereich Programmieren auszutesten.

Die pädagogisch-psychologische Interessentheorie geht davon aus, dass eine "kurzfristige Interessiertheit" häufig am Anfang einer Entwicklung des "langfristigen persönlichen/dispositionalen Interesses" steht. Um die Berufswahl von Mädchen zu beeinflussen, ist es also notwendig, zuerst eine kurzfristige Interessiertheit an Technik zu erreichen und diese durch weitere Angebote und Möglichkeiten immer wieder zu festigen, bis ein "langfristiges persönliches/dispositionales Interesse" erreicht ist, das letztendlich die Berufswahl beeinflusst. Ziel der ersten von uns durchgeführten Projekttag war der Aufbau einer kurzfristigen Interessiertheit. Wir vermuteten, dass diese kurzfristige Interessiertheit 6 Monate später bei einer Nacherhebung nicht mehr nachzuweisen wäre.



**Prof. Dr. Elkedagmar Heinrich**

Studium (Mathematik mit Nebenfach Physik) in Frankfurt und Bochum, tätig für Siemens AG im Bereich Software-Engineering/Programmiersprachen. Seit 1989 Professorin für Ingenieurmathematik an der FH Konstanz. Schwerpunkt Computeralgebra in Lehre und Forschung: Autorin mehrerer Lehrbücher über Computeralgebra, Organisation des Computeralgebra Symposiums Konstanz 2000 und 2003. Das hier beschriebene Projekt nahm seinen Anfang während der Tätigkeit von Prof. Dr. Elkedagmar Heinrich als Frauenbeauftragte der FH.

## 2. Beschreibung des Schulversuchs

Der Schulversuch umfasste eine Einführung während der regulären Unterrichtszeit für die gesamte Klasse und pro Gruppe 3 Einheiten von jeweils 1,5 Zeitstunden in der unterrichtsfreien Zeit; die Teilnahme war freiwillig. Die Schülerinnen bauten ein von ihnen gewähltes Modell in Kleingruppen von 2-4 Teilnehmerinnen. Bei einem Modell war das Programmieren fester Bestandteil des Modells, die anderen funktionierten auch mit einer reinen 'Hardwarelösung'. Nachdem ihre Modelle liefen, entschieden sich die meisten Schülerinnen, ihre Modelle auf Computersteuerung 'umzurüsten'. Dabei konnten sie Hardware- und Softwarelösung miteinander vergleichen. In einem ersten Schritt wurde meist der durch die Hardware vorgegebene Ablauf beim Programmieren übernommen; hatten die Schülerinnen jedoch genügend Zeit, wurde der Ablauf verändert, optimiert, oft um zusätzliche Sicherungsmaßnahmen erweitert, die die Schülerinnen sich ausgedacht hatten. Für viele war es die erste intensive Auseinandersetzung mit einer Programmiersprache. Programmierwerkzeug war das graphische, windowsgestützte LLWin von Fischertechnik.

### 2.1 Fragebogen

Um das Technikinteresse zu erfassen wurde ein Fragebogen entwickelt, indem der Fragebogen zum Studieninteresse (FSI) (Schiefele et al., 1992) adaptiert wurde. Es wurden acht Fragen zum Technikinteresse, die für die verschiedenen Inhaltsgebiete getrennt erhoben werden, aus dem FSI entnommen. Er wurde den Teilnehmerinnen vor dem Schulversuch, direkt nach dem Schulversuch und noch einmal sechs Monaten später vorgelegt. Neben den Teilnehmerinnen wurden auch ihre Klassenkameradinnen und Klassenkameraden befragt.

In einer Voruntersuchung bei einer 8. Klasse eines Gymnasiums zeigen diese Skalen eindimensionale Raschskalierungen, wenn die Reliabilitäten der Technikinteressensskalen für die 5 Technikbereiche mit Cronbachs Alpha

berechnet werden. Aufgrund der Fragestruktur werden die Variablenwerte von Frage 11 des Pre-Tests umgekehrt. Die Werte für die innere Konsistenz lagen bei der Umwelttechnik ( $\alpha = 0,94$ ), der Medizintechnik ( $\alpha = 0,93$ ), dem Programmieren ( $\alpha = 0,94$ ), der Elektrizität ( $\alpha = 0,92$ ) und der Sicherheitstechnik ( $\alpha = 0,93$ ) sehr hoch.

Es wurde folgende Skalierung benutzt: 0=trifft gar nicht zu; 1=trifft begrenzt zu; 2=trifft weitgehend zu; 3=trifft völlig zu.

Weiterhin enthält der Fragebogen, der vor dem Schulversuch ausgegeben wurde, Fragen zu Alter und Geschlecht der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Die Noten in den Fächern Deutsch, Physik, Englisch, Mathematik, Geschichte, Chemie, Bildende Kunst, Latein und Musik, sollten von Schülerinnen und Schülern selbst angegeben werden.

### 2.2 Beschreibung der drei Stichproben

Am Schulversuch nahmen insgesamt 53 Schülerinnen aus 5 Gymnasien der 9. Klassen im Landkreis Konstanz teil. Zur ersten Erhebung wurden neben diesen noch 128 Schülerinnen und 168 Schüler der gleichen Jahrgangsstufe als Kontrollgruppe befragt, so dass Daten von insgesamt 350 Schülerinnen und Schülern vorliegen. Davon 181 Mädchen und 168 Jungen. Bei 1 Teilnehmer/in fehlte diese Angabe.

Aufgrund der Fragestruktur werden die Variablenwerte von Frage 11 des Pre-Tests und Frage 3 des Re-Tests vor der Auswertung umgekehrt. Die Werte für die innere Konsistenz lagen bei der Umwelttechnik ( $\alpha = 0,91$ ), der Medizintechnik ( $\alpha = 0,92$ ), dem Programmieren ( $\alpha = 0,94$ ) und der Elektrizität ( $\alpha = 0,92$ ) sehr hoch und bei der Sicherheitstechnik ( $\alpha = 0,87$ ) kaum niedriger.

Bei der zweiten Erhebung erhielten wir Daten von 47 Teilnehmerinnen. Von den Teilnehmerinnen der Gesamtschule wurden uns leider keine ausgefüllten Re-Test Fragebögen zurückgeschickt.

Von 350 Schülerinnen und Schülern der ersten Erhebung haben 189 auch bei der Nacherhebung teilgenommen. Das ist eine Rücklaufquote von 54%. Allerdings haben alle Schüler der Geschwister-Scholl-Gesamtschule an der Nacherhebung nicht mehr teilgenommen (immerhin 18,6% der Grundgesamtheit).

## 3. Ergebnisse der ersten Erhebung an allen Schülerinnen und Schülern

### 3.1 Schülerinnen / Schüler

#### Alter

Die Versuchsteilnehmer gaben ihr Alter in ganzen Zahlen an (z.B. 14 oder 15). Nach diesen Angaben sind die Schüler signifikant älter als die Schülerinnen ( $T=-2,93$ ;  $p<0,05$ ).

#### Noten

Wir baten die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler einige Noten aus dem letzten Zeugnis anzugeben. Demnach sind Mädchen in Deutsch, Englisch, Kunst und Musik hoch signifikant besser als Jungs ( $-6,24<T<-3,81$ ;  $p<0,01$ ). Jungs hingegen sind statistisch signifikant besser im Fach Physik ( $T=2,12$ ;  $p<0,05$ ). In den Fächern Mathematik, Geschichte, Chemie und Latein konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ( $0,63>T>-1,61$ ;  $p>0,05$ ).

### 3.2 Teilnehmerinnen / Nichtteilnehmerinnen

#### Alter

Die Teilnehmerinnen am Projekt unterscheiden sich hinsichtlich Ihres Alters nicht signifikant von den Nichtteilnehmerinnen ( $T=0,55$ ;  $p>0,05$ ).

### Noten

Die Teilnehmerinnen haben hoch signifikant bessere Physiknoten, als die Schülerinnen, die nicht am Schulversuch teilgenommen haben ( $T=-4,06$ ;  $p<0,01$ ). Die Teilnehmerinnen sind auch hoch signifikant ( $p<0,01$ ) besser in Mathematik ( $T=-4,07$ ), Geschichte ( $T=-3,88$ ), Chemie ( $T=-2,85$ ) und Kunst ( $T=-3,53$ ) und signifikant besser in Deutsch ( $T=-2,21$ ;  $p<0,05$ ). In den Fächern Latein ( $T=-0,85$ ), Englisch ( $T=0,1,87$ ) und Musik ( $T=-0,25$ ) konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ( $p>0,05$ ).

### 3.2 Technikinteresse

Aus den Einzelantworten der 8 Fragen eines Schülers lässt sich für jeden Schüler und jede Schülerin ein Mittelwert für einen bestimmten Technikbereich errechnen. Mit diesen 5 Mittelwerten (pro Schüler) wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. Es konnten 2 Komponenten extrahiert werden. Auf die erste Komponente laden alle Technikbereiche gleichermaßen, so dass diese Komponente als "Allgemeines Technikinteresse" bezeichnet werden kann. Auf die zweite Komponente laden nur die Technikbereiche "Elektrizität" und "Programmieren" deutlich positiv, so dass diese Komponente "Interesse an harten, grundlegenden Technikbereichen" genannt werden kann (siehe Tabelle).

Wird diese Hauptkomponentenanalyse für Jungen und Mädchen getrennt durchgeführt, werden für beide Stichproben die gleichen Komponenten extrahiert.

### Schülerinnen / Schüler

Das Interesse der Schülerinnen und Schüler an dem Technikbereich Sicherheitstechnik ist gleich hoch ( $T=-1,07$ ;  $p>0,05$ ). Schülerinnen haben ein hoch signifikant stärkeres Interesse am Bereich Medizintechnik ( $T=5,66$ ;  $p<0,01$ ) und ein signifikant höheres Interesse an Umwelttechnik ( $T=2,35$ ;  $p<0,05$ ). Schüler hingegen interessieren sich hoch signifikant mehr für Programmieren und Elektrizität ( $T=-11,12$ ,  $T=-9,69$ ;  $p<0,01$ ).

Alter	Mädchen (N / %)	Jungen (N / %)	Gesamt (N / %)
14	33 / 57,89	24 / 42,11	57 / 16,3
15	137 / 54,58	114 / 45,42	251 / 71,7
16	11 / 30	28 / 70	40 / 11,4
17	0 / 0	2 / 100	2 / 0,6
AM, S	14,88 / 0,479	15,05 / 0,597	14,96 / 0,55

Tabelle 1: Häufigkeiten, Mittelwerte (AM) und Standardabweichungen (S) der Altersangaben

Fach	Mädchen (AM/S)	Jungen (AM/S)	Gesamt (AM/S)
Deutsch	2,53 / 0,62	2,92 / 0,69	2,71 / 0,68
Physik	3,11 / 1,04	2,88 / 0,99	3,0 / 1,02
Englisch	2,59 / 0,83	3,0 / 0,89	2,79 / 0,88
Mathematik	3,03 / 0,96	2,97 / 1,03	3,0 / 0,99
Geschichte	2,90 / 1,01	2,88 / 0,90	2,89 / 0,96
Chemie	2,59 / 0,87	2,57 / 0,79	2,59 / 0,84
Bildende Kunst	1,81 / 0,80	2,42 / 0,85	2,10 / 0,87
Latein	2,87 / 1,21	3,16 / 1,19	2,97 / 1,23
Musik	2,41 / 1,04	2,80 / 1,05	2,61 / 1,06

Tabelle 2: Mittelwerte (AM) und Standardabweichungen (S) der Noten

	Teilnehmerinnen (AM/S)	Nichtteilnehmerinnen (AM/S)	Gesamt
Alter	14,84 / 0,42	14,89 / 0,5	14,88 / 0,48

Tabelle 3: Mittelwerte (AM) und Standardabweichungen (S) des Alters

Fach	Nichtteilnehmerinnen (AM/S)	Teilnehmerinnen (AM/S)	Gesamt (AM/S)
Deutsch	2,58 / 0,61	2,35 / 0,61	2,53 / 0,62
Physik	3,28 / 1,01	2,58 / 0,96	3,11 / 1,04
Englisch	2,66 / 0,78	2,39 / 0,95	2,59 / 0,83
Mathematik	3,19 / 0,93	2,55 / 0,88	3,03 / 0,96
Geschichte	3,06 / 1,03	2,41 / 0,78	2,90 / 1,01
Chemie	2,69 / 0,85	2,24 / 0,85	2,59 / 0,87
Bildende Kunst	1,94 / 0,84	1,45 / 0,55	1,81 / 0,80
Latein	2,93 / 1,25	2,70 / 1,11	2,87 / 1,21
Musik	2,42 / 0,85	2,37 / 1,60	2,41 / 1,04

Tabelle 4: Mittelwerte (AM) und Standardabweichungen (S) der Noten



Teilnehmerinnen / Teilnehmer

Das gemessene Interesse an den Technikbereichen zeigt bei Teilnehmerinnen und Nichtteilnehmerinnen keine Unterschiede ( $-1,61 < T < -0,8$ ;  $p > 0,05$ ).

#### 4. Erste Nacherhebung an den Teilnehmerinnen des Schulversuchs

##### 4.1 Angaben zum Schulversuch

An allen 5 weiterführenden Schulen des Landkreises Konstanz wurde der Schulversuch durchgeführt. Die Variablenwerte der Frage 3 wurden aufgrund der Fragestruktur vor der Auswertung umgekehrt.

34 Schülerinnen haben an 3 Tagen am Schulversuch teilgenommen, 4 Schülerinnen 2 Tage und 9 Schülerinnen an einem Tag. Eine Schülerin machte keine Angaben.

##### 4.2 Technikbereiche

Bei den Teilnehmerinnen zeigte sich in der ersten Nacherhebung ein gleichbleibendes Interesse an Umwelt-, Sicherheits- und Medizintechnik, sowie Programmieren ( $-1,63 > T < 1,95$ ;  $p > 0,05$ ), jedoch ein hoch signifikant höheres Interesse an Elektrizität, als vor dem Schulversuch ( $T = -4,74$ ;  $p < 0,01$ ). Entsprechend den Vorergebnissen wurden auch diese Resultate in die beiden Faktoren "Allgemeines Technikinteresse" und "Interesse an harten, grundlegenden Technikbereichen" unterteilt und miteinander verglichen. Fasst man die Ergebnisse entsprechend der beiden exprimierten Faktoren zusammen, so zeigt sich, dass das "allgemeine Technikinteresse" (Faktor 1) bei den Schülerinnen nicht signifikant gestiegen ist ( $T = -1,33$ ;  $p > 0,05$ ). Das Interesse an den "harten grundlegenden Technikbereichen" (Faktor 2) hingegen eine hoch signifikante Zunahme zeigt ( $T = -4,22$ ;  $p < 0,01$ ).

#### 5. Zweite Nacherhebung an allen Schülerinnen und Schülern

##### 5.1 Technikbereiche

Das Interesse an den Technikbereichen Umwelt-, Medizin- und Sicherheitstechnik zeigt eine signifikante Steigerung zur Vorerhebung ( $-2,26 > T > -2,62$ ;  $p < 0,05$ ). Diese Steigerung ist vor allem

	Komponente 1	Komponente 2
Umwelt	,638	-,433
Medizin	,512	-,576
Programmieren	,419	,766
Elektrizität	,699	,532
Sicherheit	,795	-,153

Tabelle 5: Komponentenmatrix der durchgeführten Hauptkomponentenanalyse

	Schülerinnen (AM/S)	Schüler (AM/S)	Gesamt (AM/S)
Sicherheitstechnik	1,01 / 0,68	1,08 / 0,68	1,05 / 0,68
Medizintechnik	1,45 / 0,76	0,98 / 0,71	1,22 / 0,82
Umwelttechnik	1,10 / 0,76	0,91 / 0,74	1,02 / 0,75
Programmieren	0,88 / 0,73	1,83 / 0,86	1,34 / 0,93
Elektrizität	0,54 / 0,55	1,27 / 0,82	0,89 / 0,78

Tabelle 6: Mittelwerte (AM) und Standardabweichungen (S) der Technikbereiche bei Schülerinnen und Schülern

	Teilnehmerinnen (AM/S)	Nichtteilnehmerinnen (AM/S)	Gesamt (AM/S)
Sicherheitstechnik	1,06 / 0,57	0,99 / 0,72	1,01 / 0,68
Medizintechnik	1,46 / 0,81	1,45 / 0,75	1,45 / 0,85
Umwelttechnik	1,23 / 0,77	1,05 / 0,75	1,10 / 0,76
Programmieren	1,03 / 0,71	0,83 / 0,74	0,88 / 0,73
Elektrizität	0,67 / 0,62	0,50 / 0,52	0,54 / 0,55

Tabelle 7: Mittelwerte (AM) und Standardabweichungen (S) der Technikbereiche bei Teilnehmerinnen und Nichtteilnehmerinnen

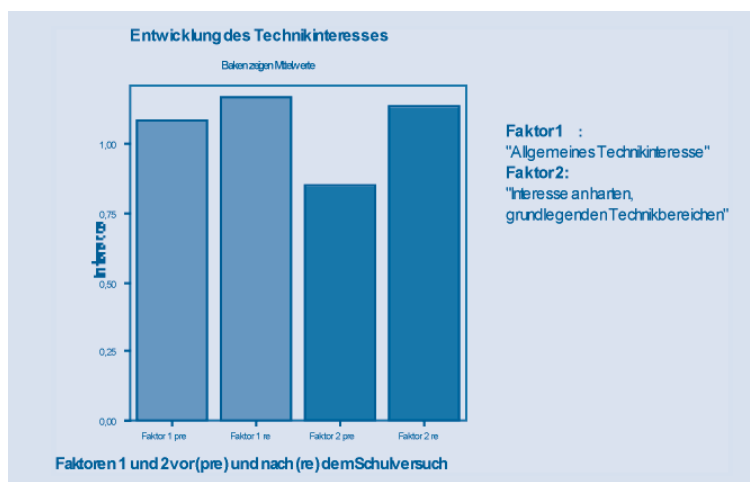


Diagramm 1: Das Diagramm zeigt die Mittelwerte des Technikinteresses der Teilnehmerinnen der Faktoren 1 und 2 vor (pre) und nach (re) dem Schulversuch

auf das signifikant gestiegene Interesse der Schüler an Umwelttechnik ( $T=-2,1$ ;  $p<0,05$ ) und Medizintechnik ( $T=-2,31$ ;  $p<0,05$ ) zurückzuführen. Das Interesse für Sicherheitstechnik zeigt sowohl bei Schülerinnen, als auch bei Schülern eine tendenzielle Steigerung (Schülerinnen:  $p=14,5$ , Schüler:  $p=7,3$ ).

Das Interesse der Teilnehmerinnen an Umwelt-, Medizin- und Sicherheitstechnik unterscheidet sich nicht signifikant von den Schülerinnen, die nicht am Projekt teilgenommen haben ( $-0,12>T>-1,96$ ;  $p<0,05$ ).

Diese Resultate spiegeln sich in der Entwicklung des "Allgemeinen Technikinteresses" (Faktor 1) wieder.

Bei den Technikbereichen Programmieren und Elektrizität hingegen findet man keine signifikante Interessensteigerung ( $T=0,65$  bzw.  $T=-1,85$ ;  $p>0,05$ ). Beim Programmieren zeigt sich bei den Mädchen ein leichter Anstieg des Mittelwertes von 1 zu 1,08, jedoch ein hoch signifikanter Abfall des Interesses bei Jungen ( $T=2,97$ ;  $p<0,01$ ). Beide Tendenzen scheinen sich gegenseitig

aufzuheben. Ähnlich sind auch die Veränderungen bei der Elektrizität. Hier steht einer signifikanten Steigerung bei den Mädchen ( $T=-2,16$ ;  $p<0,05$ ) ein gleichbleibendes Interesse der Jungen gegenüber ( $T=0,05$ ;  $p>0,05$ ). Die Teilnehmerinnen zeigen hinsichtlich des Interesses an Elektrizität eine signifikante Steigerung gegenüber den

Nichtteilnehmerinnen ( $T=-2,02$ ;  $p<0,05$ ). Das Interesse der Teilnehmerinnen am Programmieren unterscheidet sich nicht signifikant von den Nichtteilnehmerinnen ( $T=-1,52$ ;  $p>0,05$ ).

Diese Resultate spiegeln sich in der Entwicklung des "Interesses an harten, grundlegenden Technikbereichen" (Faktor 2) wieder.

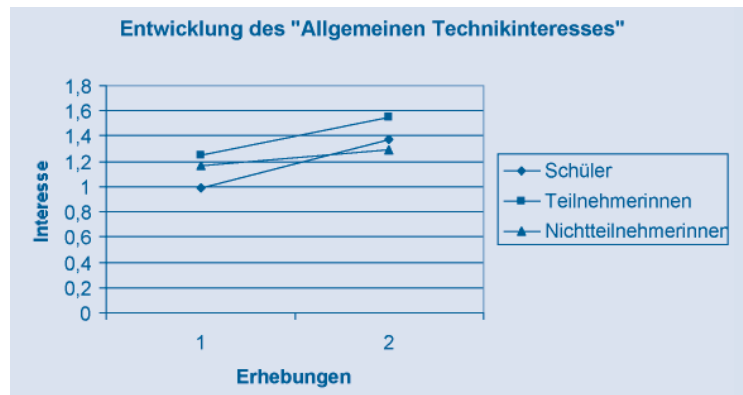


Diagramm 2: Zeigt die Entwicklung des "Allgemeinen Technikinteresses" (Faktor 1) anhand der Mittelwerte von der ersten Erhebung zur zweiten Nacherhebung bei Schülern, Teilnehmerinnen und Nichtteilnehmerinnen.

# TOPOCROM®

**Darüber spricht die Industrie: Das Oberflächensystem aus dem Reaktor.**

## Oberflächenstruktur als Lösung

Für Papiertransportwalzen, Farbwalzen, Blechdressierwalzen, Einzugswalzen, Spritzgussformen, Umformwerkzeuge usw. können strukturierte Oberflächentopografien entscheidende Vorteile bieten.

## Das TOPOCROM-Verfahren

Die in einem geschlossenen Reaktorsystem aufgebauten Funktionsoberflächen aus Hartchrom können direkt auf den Grundwerkstoff oder auf Schichtkombinationen abgeschieden werden. Dabei erlaubt die Prozesssteuerung eine exakte Reproduzierbarkeit der definierten stochastischen Struktur.

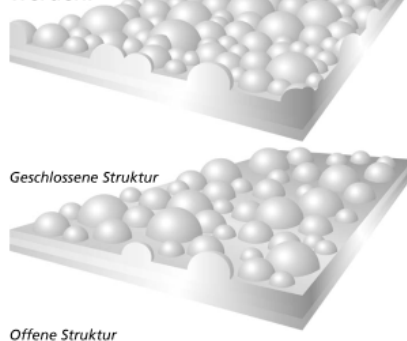
## TOPOCROM-Eigenschaften

Die halbkugelige Oberfläche zeigt zahlreiche Problemlösungs-Eigenschaften: Prägeeﬀekt beim Blechwal-

zen (Texturierung), Flüssigkeitsführung, Grip-Eﬀekt (Blecheinzug), Gleiteigenschaft (Tiefziehen), mechanische Belastbarkeit (abrasive Förderung) und mehr.

## Einstellbare Parameter

Die Kennwerte der Oberfläche ( $R_z$ ,  $R_a$ , Spitzenzahl, Traganteil) können entsprechend den Anforderungen eingestellt werden.



**SMV**

**STOCKACHER  
METALLVEREDELUNG GMBH**

Hardtring 29, D-78333 Stockach  
Telefon 0049 7771 93 63 0  
Fax 0049 7771 93 63 11  
info@wmv.ch

**WMV**

**WINTERTHURER  
METALLVEREDELUNG AG**

Hegistrasse 39, CH-8404 Winterthur  
Telefon 0041 52 245 06 45  
Fax 0041 52 245 06 46  
info@wmv.ch

**www.wmv.ch  
www.pretex.ch**

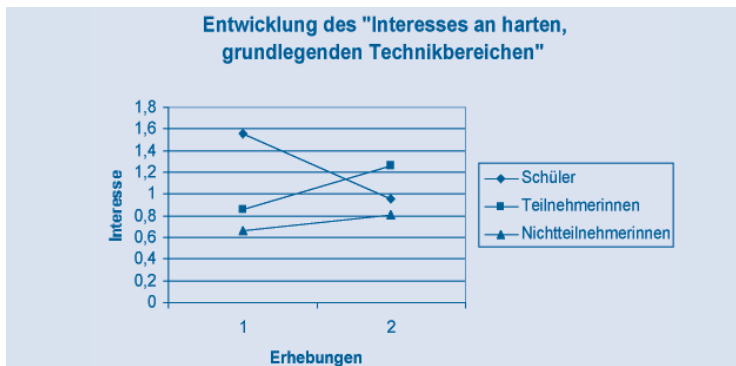


Diagramm 3: zeigt die Entwicklung des "Interesses an harten, grundlegenden Technikbereichen" (Faktor 2) anhand der Mittelwerte von der ersten Erhebung zur zweiten Nacherhebung bei Schülern, Teilnehmerinnen und Nichtteilnehmerinnen.

## 6. Diskussion der Ergebnisse

In den Ergebnissen zeigen sich deutliche Veränderungen der Interessen bei Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe, wie dies auch Bergmann & Eder (2000) bereits feststellten.

Vor allem das Interesse an Elektrizität konnte bei den Teilnehmerinnen deutlich und dauerhaft angehoben werden,

was wir auf das Verkabeln der Modelle zurückführen. Hierin scheint sich wiederzuspiegeln, dass Modelle, die einen Lebensbereich thematisieren, der auch Schülerinnen anspricht, dazu geeignet sind, das Interesse an weniger attraktiven Technikbereichen bei Schülerinnen zu steigern, wie dies bereits auch in anderen Studien gezeigt werden konnte (Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998).

### Literatur:

Bergmann, C. & Eder, F. (2000) Geschlechtsspezifische Interessen in der Sekundarstufe II. In: J. Abel & C. Tarnai (Hrsg.) Geschlechtsspezifische Interessen. Themenheft 3, Empirische Pädagogik. Verlag Empirische Pädagogik, Landau. S. 255-284.

Hoffmann, L.; Häussler, P. & Lehrke, M. (1998) Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.

Fink, B. (1992) Interessenentwicklung im Kindesalter aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In: A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.) Interesse, Lernen, Leistung. Aschendorff, Münster. S. 53-83.

Schiefele, U.; Krapp, A.; Wild, K.-P. & Winteler, A. (1992) Eine neue Version des "Fragebogen zum Studieninteresse" (FSI). Untersuchungen zu Reliabilität und Validität. Neubiberg: Universität der Bundeswehr.



**werk // zwei**  
Print + Medien Konstanz GmbH

**SÜDKURIER Medienhaus**  
Max-Stromeier-Straße 180  
78467 Konstanz  
Telefon 0 75 31.999.1850  
Telefax 0 75 31.999.1836  
kontakt@werkzwei-konstanz.de

# Arbeiten und Leben in der SCHWEIZ

# Preiswertes schweizerisch-/deutsches Krankenkassenmodell für **GRENZGÄNGER + AUFENTHALTER**

## Grenzgänger-Information Hegau-Bodensee + ASSEkuranz Egon Traub

78464 Konstanz · Stockackerweg 67  
Tel. 07531-979573 · Fax 928883  
Mobil 0175-5245620  
info@grenzgaenger-information.de  
et@krankenversicherungsinfo.de



## Krankenversicherung zu teuer ?

www.krankenversicherungsinfo.de  
www.grenzgaenger-information.de

# Technik

## DCVT-Twinbelt - Trockenlaufendes CVT-Getriebe mit Doppelriemenanordnung für Kraftfahrzeuge

von Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch und Dipl.-Ing. (FH) Martin Gerlach

### Twinbelt – CVT-Fahrzeuggetriebe mit Doppelvariator-Anordnung

Hinter dem Titel "DCVT-Twinbelt" verbirgt sich die Entwicklung eines trockenlaufenden CVT-Getriebes mit Doppelriemenanordnung für Kraftfahrzeuge. CVT steht für continuously variable transmission und bedeutet eine stufenlose Getriebeübersetzung. Die Stufenlosigkeit ermöglicht eine dynamische Beschleunigung ohne Zugkraftunterbrechung und den Betrieb des Verbrennungsmotors in einem verbrauchsoptimalen Punkt. Vorläufer ist die DAF-Variomatic.

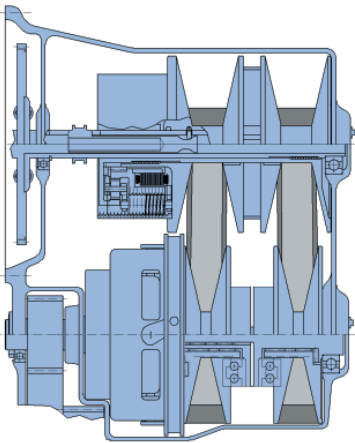


Abb. 1: Twinbelt-Anordnung mit: elektromechanischer Variatorverstellung, Rastung zur getrennten Verstellung der beiden Variatorsätze, zwei Variatorsätze, schaltbares Differential.

Neben der Konzeptentwicklung und Machbarkeitsuntersuchung für die wesentlichen Getriebekomponenten steht bei diesem Forschungsvorhaben auch die Bauraumuntersuchung für den vorgesehenen Einsatz in der Kompaktklasse – z.B. VW-Golf – im Vordergrund. Ein Komponentenprüfstand soll die Funktionalität des Getriebes nachweisen und die Untersuchung einzelner Getriebebauteile ermöglichen.

### 1. Potential trockenlaufender stufenloser Getriebe

Nasslaufende CVT-Getriebe haben eine Kette oder ein Schubgliederband aus Stahl, die im Öl laufen. Vorteilhaft ist die hohe übertragbare Leistung. Die hohen Anpresskräfte der Kette verursachen allerdings erhebliche Verluste und machen die Stellvorrichtungen aufwendig. Die Wirkungsgrade der nasslaufenden CVTs sind deshalb schlechter als die der Wandler-Automatgetriebe. Dadurch geht das Kraftstoff-Einsparpotential, das die Stufenlosigkeit des Getriebes ermöglicht, verloren.

Trockenlaufende stufenlose Getriebe kommen mit deutlich geringeren Anpresskräften aus, da der verwendete Kunststoff-Verbundriemen eine höhere Reibung an den Variatorscheiben hat. Hydraulikzylinder, die zur Verstellung und Anpressung des Riemens i.d.R. verwendet werden, können kleiner ausfallen. Auch bietet sich die Möglichkeit, nach alternativen Konzepten zur Anpressung zu suchen, z.B. Lösungen mit elektromechanischen Aktoren, die nur bei den Stellvorgängen Energie benötigen.

Bisher werden trockenlaufende CVTs in der Kompaktklasse nicht eingesetzt. Neben Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Verbundkeilriemen, die für diesen Zweck eingesetzt werden, müssen vor allem jedoch konstruktive Lösungen für eine Leistungssteigerung gefunden werden. Durch die Verwendung zweier Riemen statt eines Einzelnen kann nahezu eine Verdoppelung der übertragbaren Leistung erwartet werden. Dies erweitert die Einsatzmöglichkeiten des Getriebes erheblich. Problematisch ist vor allem die Bauraumfrage des zusätzlichen Riementriebs sowie der erhöhte Aufwand bei der Getriebesteuerung. Außerdem müssen für eine rentable Fertigung des Getrie-

### Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch

Promotion auf dem Gebiet der Wirkungsgrad-optimierung von Hochleistungsgetrieben, Industrietätigkeit als Konstruktionsleiter der alpha getriebebau GmbH, seit 1993 Professor an der Fachhochschule Konstanz; Lehre auf dem Gebiet der Maschinenelemente, Fertigungsverfahren und der Kfz-Technik, FuE bei Robotergetrieben, bei Fahrzeuggetrieben sowie bei aktiven Implantaten.



Dipl.-Ing. (FH) Martin Gerlach  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

bes die notwendigen zusätzlichen Bauteile auf ein Minimum reduziert werden.

### 2. Das Getriebekonzept "DCVT-Twinbelt"

Das Twinbelt-Konzept sieht zwei Variatoren im Getriebe vor. Die beiden Variatoren können parallel laufen oder so verstellt werden, dass der Rückwärtsgang und der Overdrive realisiert werden können (Overdrive = Schnellgang oder Schongang). Dem Variatorpaar ist das Differentialgetriebe nachgeordnet, das die Umschaltung zwischen den Fahrbereichen ohne Zugkraftunterbrechung ermöglicht. Die Anfahrkupplung befindet sich auf der Sekundärseite der Variatoren. Sie wird auf einfache Weise mit den Schaltstellungen "Rückwärts" und "Overdrive" des Differentialgetriebes kombiniert und über Nocken betätigt.



Ein einzelner Aktuator betätigt die Primärseite der beiden Variatoren gemeinsam. Der Aktuator ist selbsthemmend, so dass nur für Stellvorgänge Energie aufgebracht werden muss. An der Sekundärseite der Variatoren wird mit Kugelrampen die Anpressung realisiert, so dass bei Stellvorgängen keine externe Energiezufuhr notwendig ist. Die Stellenergie wird aus dem Antriebsstrang entnommen. Das System kann auf optimale Anpressung ausgelegt werden.

Folgenden Anforderungen muss das Getriebe gerecht werden:

- hohe Fahrdynamik und hoher Wirkungsgrad,
- zugkraftunterbrechungsfreie Übersetzungsänderung,
- Spreizung > 6,
- übertragbare Leistung 75 kW und übertragbares Motormoment 200 Nm,
- kompakter Bauraum für Fahrzeuge der Kompakt- und Kleinwagenklasse,
- preiswerte Konstruktion.

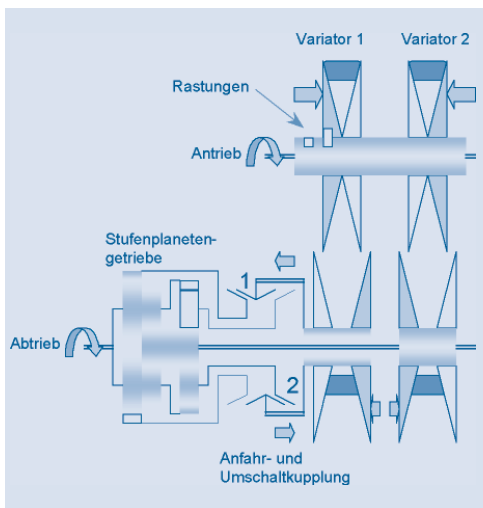


Abb. 2: Prinzip Twinbelt-Getriebe

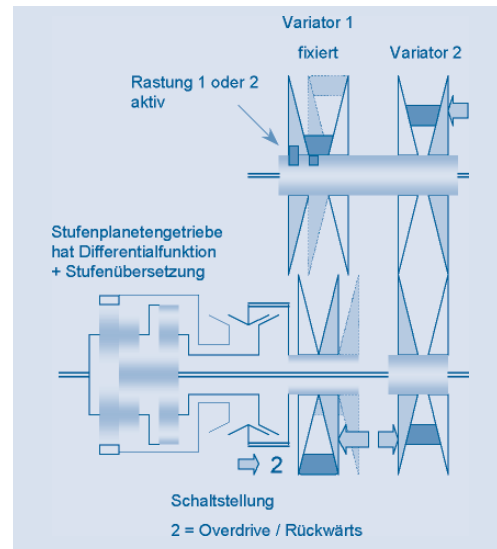


Abb. 3: Funktionsskizze Twinbelt-Getriebe Overdrive und Rückwärtsgang

### 3. Umsetzung des DCVT-Twinbelt Konzepts

Das Konzept des Twinbelt-Getriebes sieht folgende Besonderheiten im Vergleich zu anderen Getriebebauformen vor (siehe Abbildung 2).

Die geforderte Erhöhung der übertragbaren Leistung wird durch eine Leistungsverzweigung im Getriebe erreicht. Hierbei kommen zwei trockenlaufende Verbundkeilriemen zum Einsatz ("Twinbelt"). Das Getriebe besitzt also zwei Variatoren, mit jeweils einem Keilscheibenpaar auf der Primärseite sowie der Sekundärseite des Getriebes. Jeder Variator besitzt eine eigene Sekundärwelle, die in ein Planetengetriebe-Differential mündet. Das Planetengetriebe übernimmt einerseits die Aufgabe der Leistungszusammenführung mit Drehzahlanpassung (Differentialfunktion), andererseits realisiert es die Umschaltung in den Rückwärtsgang oder in den Overdrive (Schnellgang).

Im Hauptfahrbereich erfolgt die Leistungsaufteilung über die Riemen im gleichen Verhältnis. Dies bedeutet, dass an beiden Variatoren die gleiche Übersetzung eingestellt wird. Das Planetengetriebe übernimmt die Funktion des Ausgleichs kleiner Drehzahlabweichungen.

Im Overdrive wird ein Variator auf kleinster Übersetzung arretiert (siehe Abbildung 3). Die Übersetzungseinstellung erfolgt jetzt nur noch mit dem zweiten Variator. Durch die Standgetriebeübersetzung  $i = -2$  im Differential des Planetengetriebes ergibt sich eine zusätzliche Spreizung des Getriebes, die als Overdrive oder Schongang bezeichnet wird und höhere Geschwindigkeiten bei kleinen Motordrehzahlen erlaubt.

Der Rückwärtsgang wird ähnlich dem Overdrive über die Umschaltung des Planetengetriebes realisiert. Die Rastung des Variators 1 erfolgt in einer anderen Position (größte Übersetzung), wodurch sich im Differentialteil des Planetengetriebes eine Drehrichtungsumkehr ergibt (Abbildung 3). Die notwendige Anfahrhilfe, als nasslaufende Doppellamellenkupplung realisiert, befindet sich im Differentialteil des Planetengetriebes, also auf der Sekundärseite des Variators.

#### 4. Bauraumuntersuchung zum DCVT-Twinbelt

Angestrebt wird die Verwendung des Twinbelt-Getriebes in Fahrzeugen der Kompaktklasse, bei denen der Motor und das Getriebe überwiegend "front-quer" eingebaut sind. Dadurch liegen sehr beschränkte Platzverhältnisse vor. Im Folgenden wird eine Lösung zum Einbau des Twinbelt-Getriebes aufgezeigt.

Der Anschluss des Getriebes an den Verbrennungsmotor erfolgt konventionell über ein torsionsdämpfendes Element in Kombination mit dem Anlasserzahnkranz (siehe Abbildung 4, Punkt 1).

Die Primärwelle ist als Hohlwelle ausgeführt, in der die Rastung untergebracht ist. Die Rastung wird für den Overdrive und Rückwärtsgang benötigt.

Der Aktuator auf der Primärseite (Antriebsseite, Abbildung 4, Punkt 2) beinhaltet einen Hohlwellenmotor, der

über ein hochübersetztes Spindelrolensystem die beiden variablen Scheiben axial verstellt und damit die Übersetzung vorgibt. Für diesen Aktuator ist ein Leistungsbedarf von 200 W vorgesehen. Der gesamte Verfahrweg von 22 mm muss innerhalb von 1,25 Sekunden durchfahren werden können. Die maximalen Anpresskräfte sind nach den Spezifikationen der Riemen auf 8 kN begrenzt. Wird eine Grundanpressung durch Federn realisiert, so sind die durch den Aktuator aufzubringenden Kräfte noch niedriger. Der Raum zwischen den beiden fixen Scheiben bietet in Verbindung mit der Hohlwelle die Möglichkeit durch einen Radiallüfter eine aktive Luftkühlung des Getriebeinnenraums zu realisieren (Abbildung 4, Punkt 5).

Auf der Sekundärseite (Abtriebsseite) des Getriebes ist das Differentialgetriebe mit Doppellamellenkupplung (Abbildung 4, Punkte 8 und 9), das mehrere Funktionen hat. Neben der Realisierung der Fahrbereiche "Hauptfahrbe-

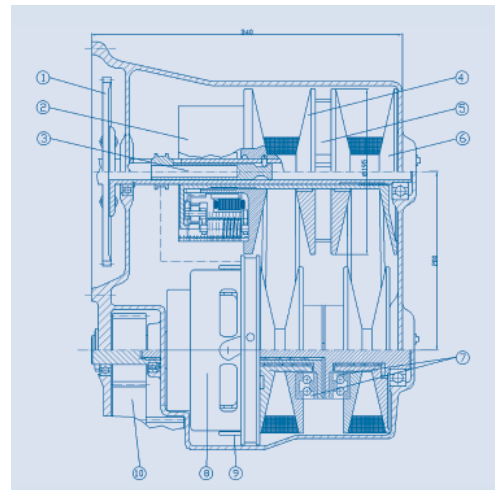


Abb. 4: Konstruktionsentwurf

reich", "Overdrive" und "Rückwärtsgang", findet hier auch die Lastumschaltung zwischen den Fahrbereichen sowie das Anfahren statt. Die Lastumschaltung erfolgt über Verdrehnocken, die mit einer Schaltmuffe (Abbildung 4, Punkt 9) betätigt werden. Ein Linearaktuator verstellt die Schaltmuffe.

[www.wittenstein-jobs.de](http://www.wittenstein-jobs.de)



**Wir suchen (m/w)**  
engagierte Diplomanden, Praktikanten  
und Absolventen.

Weitere Informationen finden Sie unter  
[www.wittenstein-jobs.de](http://www.wittenstein-jobs.de)

**jetzt bewerben !**



Unsere High-Tech-Produkte fliegen ins Weltall und gewinnen Formel-1-Rennen. Intelligente Antriebssysteme werden von uns entwickelt, produziert und

vertrieben. Das Spektrum unserer Produkte reicht vom kleinsten Hochleistungs-Servomotor der Welt bis hin zur Hochtechnologie in der Medizintechnik.

**WITTENSTEIN AG** · Walter-Wittenstein-Straße 1 · 97999 Igersheim  
Ansprechpartnerin: Birgit Baumann · Tel. 0 79 31/4 93-5 90 · [b.baumann@wittenstein.de](mailto:b.baumann@wittenstein.de)

IGERSHEIM · BRISTOL · CHICAGO · FELLBACH · GRÜSCH · MALMÖ · MILANO · ORLANDO · PARIS · TOKYO ...+40 Vertretungen weltweit

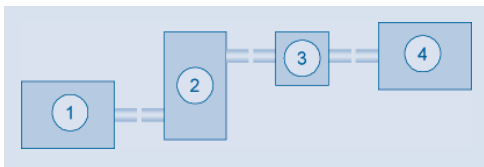


Abb. 5: Prinzipbild der Baugruppen des Prüfstandes

Die übersetzungsabhängige Anpressung der Sekundärscheiben (Abbildung 4, Punkt 7) funktioniert rein mechanisch durch Kugelrampen.

### 5. Aufbau des Komponenten-Prüfstandes

Der Komponentenprüfstand, der z.Z. im Kfz-Labor aufgebaut wird, dient der Untersuchung des Twinbelt-Getriebe-Konzeptes und soll bei den Laborübungen zur Vorstellung von CVT-Getriebekonzepten verwendet werden. Der Antrieb erfolgt über einen Asynchronmotor mit 75 kW. Damit kann die Kennlinie des Verbrennungsmotors im Kraftfahrzeug simuliert werden,

wobei ein Elektromotor im Vergleich zu Verbrennungsmotoren keine schädlichen Drehschwingungen erzeugt (siehe Abbildung 5, Punkt 1).

Das Twinbelt-Prüfgetriebe besteht am Prüfstand im Wesentlichen aus den zwei Variatorsätzen. Die Verstellung und Anpressung der Scheiben erfolgt auf der Primär- wie auch auf der Sekundärseite für jeden Variator getrennt mit Hilfe elektromechanischer Linearaktuatoren. Die Ansteuerung erfolgt für die Primärseite weggesteuert (Wahl des Laufdurchmessers) und für die Sekundärseite kraftgesteuert (schlupffreie Anpressung der Riemen). Die Fahrbereiche werden mit Hilfe mehrerer unterschiedlicher Module realisiert, die je nach Bedarf an den Prüfling angeflanscht werden. Diese sind in der sogenannten D-Box (siehe Abbildung 5, Punkt 3) untergebracht.

Als Arbeitsmaschine dient ebenfalls ein Asynchronmotor. Damit können die Fahrwiderstände simuliert werden. Zur

Simulation von großen Widerstandskräften - auch bei Vollast - ist dieser Bremsmotor mit 90 kW stärker ausgelegt als der Antrieb.

### 6. Zusammenfassung

Das vorgestellte Twinbelt-CVT-Getriebe ist ein stufenloses Fahrzeug-Automatgetriebe mit zwei Kunststoff-Verbundriemen und ist besonders für Fahrzeuge der Kompaktklasse geeignet (z.B. Golf). Aufgrund der Übersetzungsänderung ohne Zugkraftunterbrechung wird der Antrieb des Fahrzeuges sehr dynamisch (schnelle Beschleunigung).

Das stufenlose Getriebe hat in der vorgestellten Bauweise einen hohen Wirkungsgrad und die beliebige Übersetzungswahl erlaubt den Betrieb des Verbrennungsmotors bei verbrauchsgünstigen Drehzahlen. Dadurch ist trotz der hohen Dynamik ein geringerer Treibstoffverbrauch als bei Autos mit Handschaltgetrieben zu erwarten. <

## Stihl & Co. in der Schweiz



### .... ist eine Tochter der Stihl Holding AG & Co. in Waiblingen.

Das Werk Stihl & Co. liegt in der Schweiz ca. 25 km von Konstanz entfernt, an der N 1 zwischen St. Gallen und Winterthur. Hier werden seit dem Jahr 1974 die Sägeketten für Motor- und Elektrosägen hergestellt, z.Zt. beschäftigen wir 380 Mitarbeiter/Innen im 3-Schichtbetrieb.

Wir bieten Ihnen die Möglichkeit, Ihr Praktikum oder Ihre Diplomarbeit in unserem Hause, bzw. in Zusammenarbeit mit unserem Hause zu machen.

#### Themen wären:

- Rüstzeitanalysen in der Stanzerei
- Automatisierung Kistenförderer in der Scheuerei
- Optimumsuntersuchungen für Reibzahlenstandzeiten

**STIHL**®

Kontakt:  
R.Sieker-Hoppmann  
Leiterin QM und  
Center Teilefertigung

Hubstrasse 100  
CH-9500 Wil  
e-mail:  
RSieker-Hoppmann@stihl-co.ch

# Technik

## An Innovative Form of Composite Construction Externally Reinforced Concrete Beams

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke, Prof. Franz A. Zahn, Ph. D.

Key words: composite construction, experimental investigation, ductile behaviour

### 1. Introduction

Externally reinforced concrete beams represent a logical extension of a construction method already widely accepted for columns and slabs in the form of concrete filled structural steel hollow sections (RHS) and composite slabs with profiled steel sheet. The advantages that have made these construction forms so successful also apply to externally reinforced concrete beams. The folded steel sheet casing acts as form work during construction, and after hardening of the concrete it resists tension forces transferred by bond stresses. Neither reinforcing bars nor stirrups are required in principle, except that a small amount may be provided for fire rating.

While the suggestions reported by Lowe in [1] are based on a completely closed steel sheet casing, the principle presented here uses a casing that is open at the top, thus facilitating the placing and compacting of concrete and allowing the construction of composite T-beams, with the slab acting as compression flange. Fig. 1 shows a typical cross section of an externally

reinforced concrete T-beam and Fig. 4 shows the dimensions of the steel casing. The steel sheet is shaped to provide a ledge to support prefabricated concrete slab elements or profiled steel sheets for composite slab types. Holes punched into the top edges of the steel sheet, act as concrete dowel shear connectors ('Perfobond' principle). The steel section is folded from a single sheet. Alternatively, the section could be composed of two or three folded sheets welded along the seams as shown in Fig. 2. This would allow to provide more material in the bottom flange, resulting in a more favourable distribution of the tension stresses.

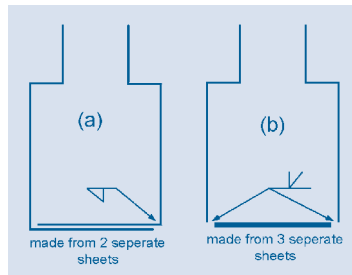


Fig. 2: Alternative arrangements of the steel cross-section

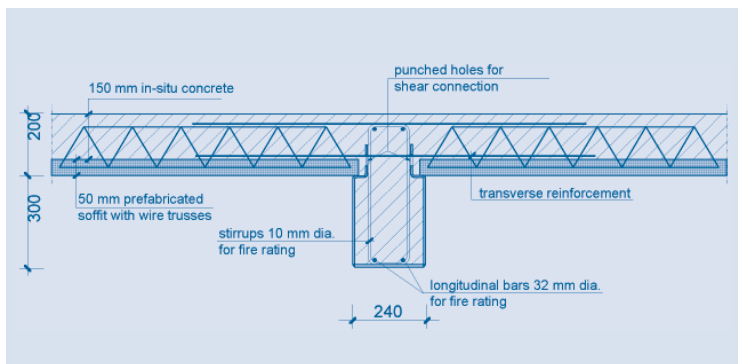


Fig. 1: Typical cross-section of externally reinforced concrete T-beam



### Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke,

geboren 1961 in Oberhausen/Rhld. Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität (TUD) in Darmstadt. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik an der TUD. Projektleiter für Sonderkonstruktionen, Geschossbauten aus Stahl und Verbundbau. Zahlreiche Veröffentlichungen zu ausgeführten Projekten, Verbundbau und Stabilitätsfragen im Stahlbau. Seit 1999 Professor für Stahlbau, Holzbau und Verbundbau an der Fachhochschule Konstanz.



### Prof. Franz A. Zahn (Ph.D.),

geboren 1954 in Kassel. Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität (TUD) in Darmstadt. Promotion an der University of Canterbury (New Zealand). Projektleiter für Brückenbauwerke und Geschossbauten aus Stahl- und Spannbeton. Zahlreiche Veröffentlichungen zu ausgeführten Projekten. Seit 1997 Professor für Massivbau und Betontechnologie an der Fachhochschule Konstanz.



## 2. Design of externally reinforced concrete beams

Both simply supported and continuous beams and frames can be constructed in externally reinforced concrete. Fig. 3 shows a suggestion for the connection to an end column consisting of concrete filled RHS. The folded steel sheet of the beam is placed into a pocket cut into the face of the RHS. Continuity is provided by reinforcing bars placed within the beam-column joint, and by powder-actuated fasteners driven into the RHS and into the bottom flange of the beam, acting as small shear studs. In this way tension forces can be transferred from the bottom flange of the steel casing to the reinforcing bars anchored inside the joint. The tension and compression forces in the RHS are transferred to the vertical reinforcing bars, and from these to the RHS above the joint. The connection between beams and concrete filled RHS columns is thus, in principle a classic reinforced concrete detail and neither welding nor bolting is required.

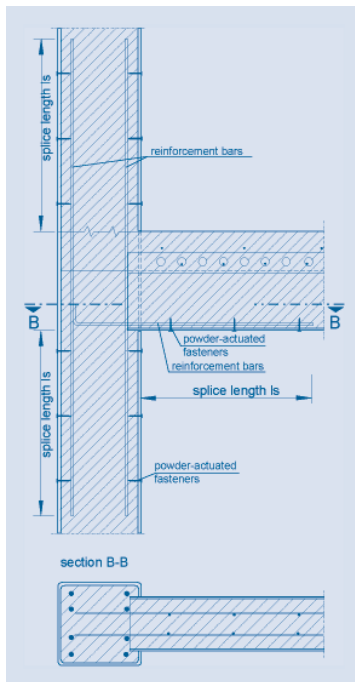


Fig. 3: Detail of simply supported beam - column connection: (a) longitudinal section, (b) horizontal section

The design of externally reinforced concrete beams is as for conventional composite construction, applying the well known principles including the assumption of rigid bond between concrete and steel casing. Tension and shear forces are carried by the folded steel sheet, while the concrete resists the compression forces resulting from the bending moment. The design could be, e.g. in accordance with Euro Code 4 [2]. The shear connection between compression and tension flange is provided by the holes punched into the top edge of the steel sheet and can be designed as outlined e.g. in [3]. For continuous beams, negative moment

capacity is provided by reinforcing bars placed in the concrete slab. The concrete in the compression zone is then confined by the steel sheet, resulting in sufficient ductility to utilise some moment re-distribution. Fire rating can be provided by additional reinforcing bars (longitudinal and stirrups) placed inside the steel casing. As an example, the ultimate load capacity in bending and shear of the externally reinforced concrete T-beam shown in Fig. 1 and 4 is calculated below, using the design format of [2] and [4]. The design shear force is assumed to be carried by three mechanisms:

The webs of the steel casing:

$$V_{Rd,a} = t_w \cdot d_w \cdot \frac{f_{yk,a}}{\gamma_a \cdot \sqrt{3}} \quad (1)$$

where  $t_w$  = web thickness,  $d_w$  = effective depth of web (here measured between the centroid of the bottom flange and the support ledge formed by the folded web),  $f_{yk,a}$  = characteristic yield strength of steel sheet, and  $\gamma_a = 1.1$

The core concrete:

$$V_{Rd,ct} = \left[ \eta_1 \cdot 0.10 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} - 0.12 \cdot \sigma_{cd} \right] \cdot b_w \cdot d \quad (2)$$

where  $\eta_1 = 1$  for normal weight concrete,  $\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0.02$  longitudinal reinforcing ratio (here  $A_{sl}$  is taken as area of bottom flange of steel casing),  $f_{ck}$  = characteristic cylinder strength of concrete,  $b_w$  = web thickness (here taken as clear distance between the two top edges of the folded web sheets),  $d$  = effective depth of section (here measured from the centroid of the bottom flange of the steel casing),  $\sigma_{cd}$  = normal stress, e.g. from prestress, negative when compression (here 0) and

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0 \quad d \text{ in [mm]}. \quad (3)$$

Equation (2) is taken from the new German concrete design code [4].

The stirrups:

$$V_{Rd,sy} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0.9 \cdot d \cdot \cot(\theta) \cdot \frac{f_{yk,s}}{\gamma_s} \quad (4)$$

where  $A_{sw}$  and  $s_w$  = area and spacing of stirrups,  $f_{yk,s}$  = characteristic yield strength of stirrups,  $\gamma_s = 1.15$ , and  $\theta = 45^\circ$  since the concrete contribution is accounted for separately. Equation (3) corresponds to the 'standard method' of Euro Code 2.

Thus the ultimate design shear resistance is

$$V_{Rd,tot} = V_{Rd,a} + V_{Rd,ct} + V_{Rd,sy} \quad (5)$$

With the dimensions of the section in Fig. 1 and 4,  $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yk,a} = 235 \text{ N/mm}^2$  and  $f_{yk,s} = 500 \text{ N/mm}^2$  the shear capacity is calculated as follows:

$$V_{Rd,a} = 2 \cdot 5 \cdot 330 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235}{1.1 \sqrt{3}} = 0.407 \text{ [MN]} \quad (6)$$

$$V_{Rd,ct} = \left[ 0.1 \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{200}{459}} \right) \cdot (100 \cdot 0.02 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 0.140 \cdot 0.459 = 0.042 \text{ [MN]} \quad (7)$$

$$V_{Rd,sy} = \left( 2 \cdot 78.5 \cdot 10^{-6} / 0.20 \right) \cdot 0.9 \cdot 0.459 \cdot 1 \cdot \left( \frac{500}{1.15} \right) = 0.141 \text{ [MN]} \quad (8.1)$$

$$V_{Rd,tot} = 0.407 + 0.042 + 0.141 = 0.590 \text{ [MN]} \quad (8.2)$$

The ultimate moment capacity is given by the plastic moment capacity of the composite section plus the additional moment capacity provided by the reinforcing bars  $A_s$ :

$$M_{Rd,a} = A_a \cdot z_{a,pl} \cdot \frac{f_{yk,a}}{\gamma_a} \quad (9)$$

$$M_{Rd,sy} = A_s \cdot z_{s,pl} \cdot \frac{f_{yk,s}}{\gamma_s} \quad (10)$$

$$M_{Rd} = M_{Rd,a} + M_{Rd,sy} \quad (11)$$

where  $A_a$  = area of steel casing (neglecting the perforated upper edges of the webs),  $z_{a,pl}$ ,  $z_{s,pl}$  = internal lever arm between concrete compression force and plastic centroid of  $A_a$  and  $A_s$ , respectively.

With the dimensions of the section in Fig. 1 and 4, and  $f_{yk,s} = 500 \text{ N/mm}^2$  the moment capacity is calculated as follows:

$$M_{Rd} = 4600 \cdot 10^{-6} \cdot \left( \frac{235}{1.1} \right) 0.333 + 2 \cdot 804 \cdot 10^{-6} \cdot \left( \frac{500}{1.15} \right) 0.419 = 0.620 \text{ [MNm]} \quad (12)$$

The fire load resistance of the section can conservatively be calculated as:

$$M_{Rd,fire} = 1.15 \cdot M_{Rd,sy} = 1.15 \cdot 0.293 = 0.337 \text{ [MNm]} \quad (13)$$

$$V_{Rd,fire} = V_{Rd,ct} + 1.15 \cdot V_{Rd,sy} = 0.042 + 1.15 \cdot 0.141 = 0.204 \text{ [MN]} \quad (14)$$

completely neglecting the contribution of the steel casing and observing  $\gamma_a = \gamma_s = 1.0$  for the fire load case.

### 3. Experimental Investigations

#### 3.1 Summary of test program

In order to investigate the performance of externally reinforced concrete beams and their connections to concrete filled RHS columns a series of tests was carried out on half scale models representing the construction state and the final (composite) state. First, a simply supported beam was tested in the construction state, i.e. when the steel sheet casing acts alone carrying the weight of the fresh concrete. Then this test specimen was used to construct a composite T-beam and tested to destruction as a simply supported beam with two point loads at mid-span. These two tests are reported in [5]. Finally, a half scale model representing the negative moment portion of a continuous composite T-beam was tested to destruction as a balanced cantilever beam. This test is reported in [6]. The steel casing used for the tests was exactly half the size of the prototype section shown in Fig. 1 and 4 but made from three separate parts welded together as in Fig. 2b. The folded sheets forming the webs were 3 mm thick while the flange plate was 6 mm thick.

#### 3.2 Test to investigate the performance in the construction state

In the construction state the steel casing acts alone to resist shear, bending and torsional moments resulting from the prefabricated slab elements placed on the ledge formed by the folded sheet (compare Fig. 1). Since the steel casing is an open profile it possesses very little torsional stiffness which is expected to result in rather large deformations, particularly for edge beams. In order to investigate this problem, a half scale steel casing was supported at its ends in pockets cut into RHS column stubs and loaded excentrically by concrete weights that could be moved on plywood sheets supported on the ledge of the steel casing (Fig. 5). The clear span was 2.70 m and no intermediate support was provided. The maximum edge load applied in this way was limited by the concrete weights and was 3.2 kN/m.

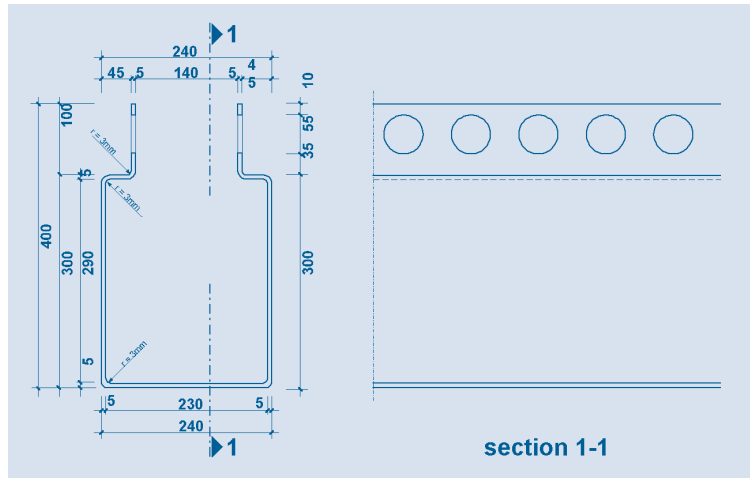


Fig. 4: Folded steel sheet section used for the test beams

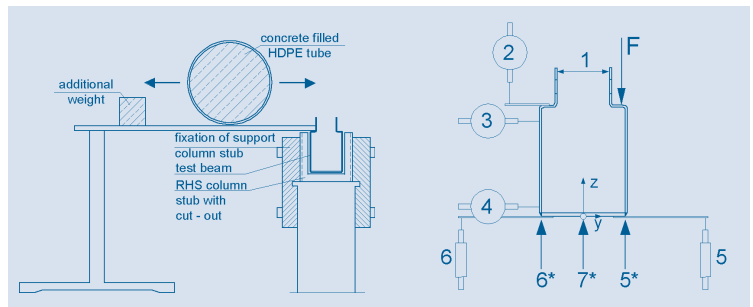


Fig. 5: Torsion test to simulate the construction state: (a) test set-up, (b) Measurement of deformations

Considering the 1:2 scale this load is equivalent to the construction state of a 6 m span edge beam supporting a 200 mm concrete slab with 6 m span length which is propped at the centre of its span. The deformations of the steel casing were measured at appropriate locations to calculate the deflection, the twisting and the opening of the section at mid span. The measured deformations were compared with the corresponding values obtained from a finite element analysis of the test beam, using the program ANSYS, reported in [7]. The measured and calculated values agreed well and showed, that the deformations were surprisingly low. The mid span twisting angle was only  $0.7^\circ$  under the maximum applied load of 3.2 kN/m. This small deformation can be explained by the lateral restraint provided by the plywood sheets resting on the support ledge of the steel casing. Lateral deformations

of the casing are restrained by friction forces acting on the ledge. This restraint is also expected to exist in practical applications, since there will be a similar friction coefficient between prefabricated concrete elements and the ledge of the steel casing. Corrugated steel sheets would be fixed on the support ledge by powder-actuated fasteners, thus also providing lateral restraint to the steel casing.

A further finite element analysis was later carried out for a prototype edge beam with 6 m span length. The result indicated that a prop at mid span must then be provided during construction in order to prevent a lateral torsional buckling failure.

### 3.3 Test to investigate the performance of a simply supported T-beam

The steel casing from the torsion test was then used to construct a composite T-beam with a clear span of 2.70 m. The cross section and the detail of the end support are shown in Fig. 6. The end support was as outlined in the introduction, using RHS column stubs that were filled with concrete together with the beam and flange. Longitudinal reinforcement bars were only placed at the ends of the beam. Transverse reinforcement was placed in the flange to allow the concrete dowel mechanism to transfer the shear between steel casing and concrete slab. Two point loads spaced at 420 mm were applied at the centre of the span. The load was applied in several steps of increasing level, up to imminent failure of the beam in concrete compression at the top of the flange near mid span. Fig. 7 shows the load – deflection curves recorded during the test. The maximum load applied was 201 kN, corresponding to 1.8 times the design load resistance calculated assuming the plastic moment at mid span and using nominal material properties with material strength reduction factors of 1.1 for the steel and 1.5 for the concrete.

The measured concrete strain was  $-5.4\text{ ‰}$  with a compression zone depth of only 25 mm. It should be noted that the instrumentation was removed prior to applying the final failure load so that Fig. 7 only shows loads up to 195 kN. The extremely ductile behaviour of the test beam is evident from the long post-yield load bearing capacity.

Fig. 8 shows the distribution of the steel strains in the bottom flange, measured at different load levels. For comparison, the bending moment diagram (only qualitative) is also included. It can be seen that up to load level 3 the strains are distributed in a similar way to the bending moments, which is to be expected for the elastic range. Starting with the first excursion into the plastic range (load level 4) the formation of a plastic hinge at mid span can be seen. With increasing load levels,

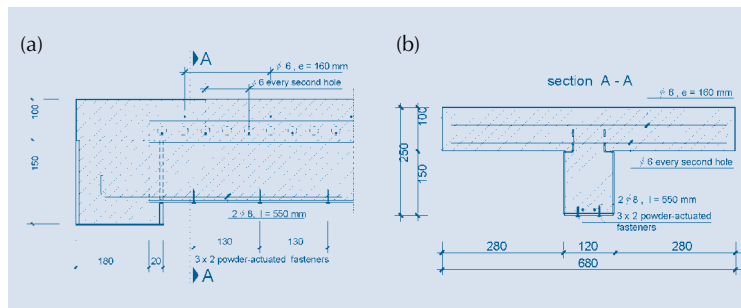


Fig. 6: Simply supported T-beam for ultimate load test: (a) longitudinal section with support details, (b) cross section

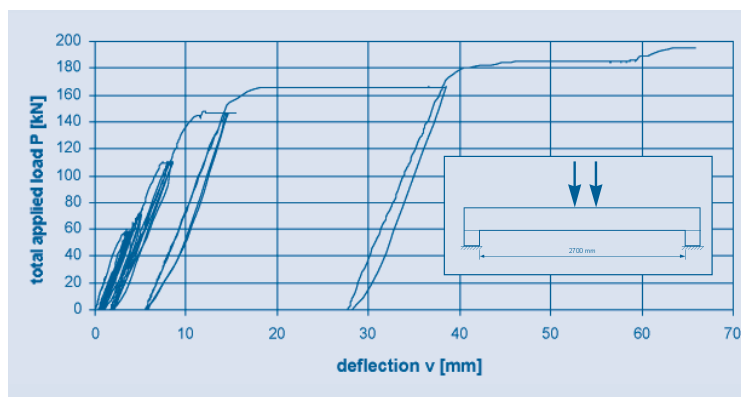


Fig. 7: Load-deflection-diagram for the simply supported T-beam

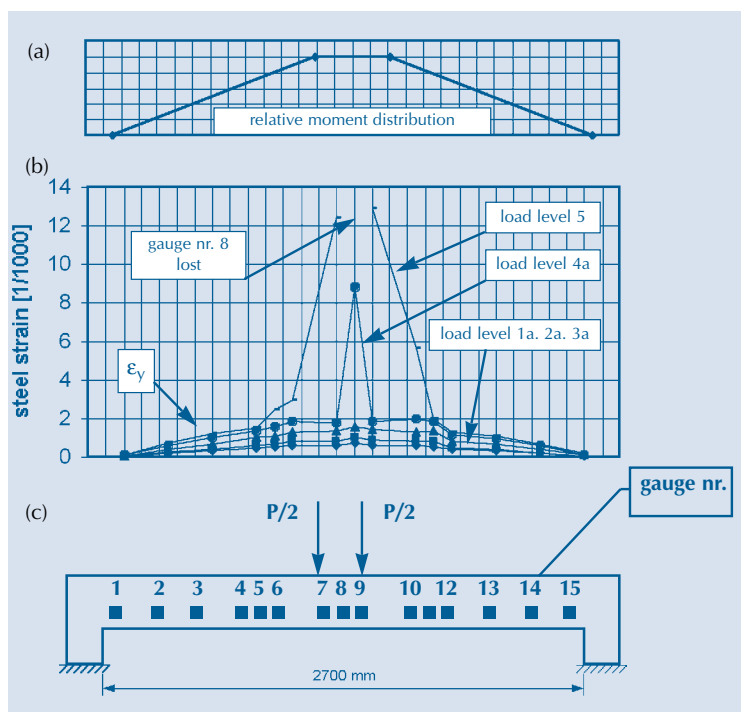


Fig. 8: Simply supported T-beam (c): distribution of the measured steel strains in the tension flange (b) and corresponding bending moment (a)



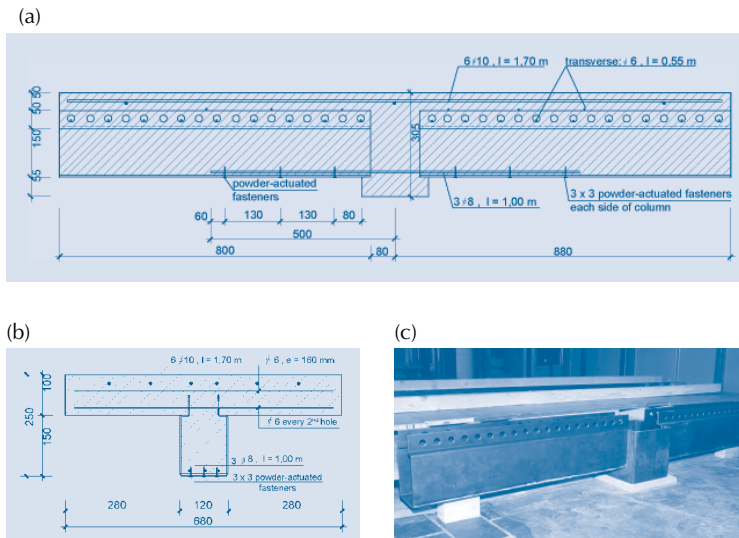


Fig. 9: Balanced cantilever beam for ultimate load test in the negative moment region: (a) longitudinal section with support detail (b) horizontal section with reinforcement details, (c) Steel sections before mounting into the formwork

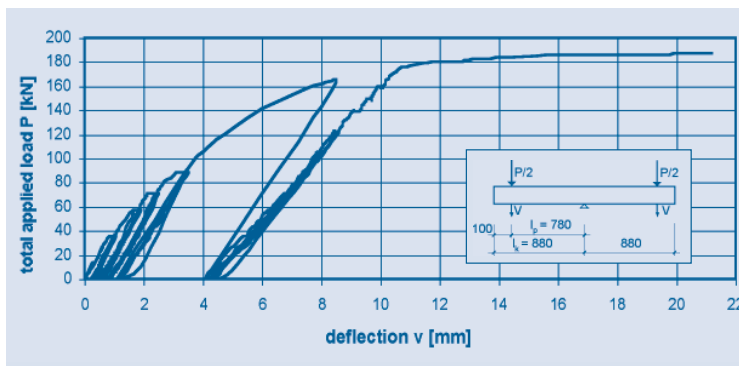


Fig. 10: Load-deflection-diagram for the balanced cantilever beam

this plastic hinge spreads over most of the centre portion of the beam. However, the steep rise of the strains indicates that there was excellent bond between steel casing and concrete, so that the strains near the supports were not affected by excessive yield penetration.

The shear strains in the webs of the steel casing were measured near the supports, using electrical resistance strain gauges. From the measured strains the shear force carried by the steel casing could be back-calculated. It was found that the steel casing carried only about 35 to 40 % of the total shear force, indicating that concrete mechanisms not accounted for in the simple design procedure used for com-

posite beams represent a considerable reserve in shear strength of externally reinforced beams.

### 3.4 Test to investigate the performance of a continuous T-beam

Fig. 9 shows the balanced cantilever beam tested to simulate the behaviour of continuous externally reinforced concrete T-beams in the negative moment region. The longitudinal section clearly shows the connection detail between the beam and the column, which is in accordance with the principles outlined in the introduction. The negative moment capacity is provided by 6 Ø 10 mm reinforcing bars placed in the top flange. 3 Ø 8 mm reinforcing bars were placed locally in the bottom to carry the com-

pression force of the steel section flange through the joint. Powder-actuated fasteners were provided to act as small shear studs to transfer the force between steel flange and reinforcing bars. The RHS column stub was filled with concrete together with the beam and the flange. Transverse reinforcement was placed in the flange for the shear transfer from the steel casing. Two identical point loads were applied near the cantilever ends, at a distance of 780 mm from the support centre line. The load was increased step-wise up to failure of the beam by the breaking of two longitudinal Ø 10 mm reinforcing bars. Fig. 10 shows the load-deflection diagram recorded during the test. Because the instrumentation was removed prior to applying the final load step, the maximum failure load of 194 kN is not shown in the diagram. This load corresponds to 1.77 times the design load resistance, calculated using nominal material properties with material strength reduction factors of 1.15 for the reinforcing steel and 1.5 for the concrete. The maximum load resistance calculated using actual material properties, neglecting strength reduction factors and including strain-hardening of the reinforcing steel is 182 kN which is in good agreement with the test result. As for the simply supported test beam the post-yield load carrying capacity of the balanced cantilever test beam was very good. After the end of the test the non-reversible deformation was measured. The steel casings had pulled out of the beam-column joint by up to 15.8 mm (measured at the top of the concrete flange), corresponding to a rotation of 3.6°. By measuring the shear strains in the webs of the steel casing near the support the shear force carried by the steel casing could be back-calculated. As found for the simply supported beam, concrete mechanisms carried a considerable part of the total shear force.

#### 4. Conclusions

The performance of externally reinforced concrete beams was experimentally investigated both in the construction state and in the final (composite) state. The behaviour observed during the tests was very similar to the analytically predicted performance. In the construction state the deformations of the steel casing acting alone to resist the excentrically applied loading from the slab elements are small. However, a 6m span edge beam would require one central prop to prevent lateral torsional buckling of the steel casing. In the final (composite) state the sustained shear force exceeded the calculated shear capacity by a considerable margin and the load-deflection behaviour of the test beams was very ductile. This applies to simply supported as well as to continuous beams. In the negative moment regions the concrete is able to sustain considerable compressive strains due to the confinement provided by the steel sheet casing, which in

addition acts as compression reinforcement. The bond between the concrete and the steel section representing the external reinforcement was fully effective. The results encourage to carry out further investigations and to utilise this construction form in selected projects on a trial basis to gain practical experience.

#### References

- [1] P.G. Lowe: Externally Reinforced Concrete – a New Steel / Concrete Composite, Proceedings of the Annual Conference of the Institution of Professional Engineers of New Zealand (IPENZ), 1992
- [2] prEN 1994-1-1: Design of Composite Steel and Concrete Structures, Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings (Euro Code 4), 1992
- [3] F. Leonhardt, H.P. Andrä und W. Harre: Neues vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, pp 325 – 331, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 12, 1987

[4] DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion, 07-2001

[5] Stefan Wachter: Experimentelle Untersuchungen an extern bewehrten Betonunterzügen – Teil Biegebalken, Diploma Thesis at Fachhochschule Konstanz, 04.09.2000 (not published)

[6] Stefan Wauer: Experimentelle Untersuchungen an extern bewehrten Betonunterzügen – Teil Waagbalken, Diploma Thesis at Fachhochschule Konstanz, 12.09.2000 (not published)

[7] Jürgen Heiss: Rechnerische Traglastuntersuchungen von extern bewehrten Betonunterzügen mit dem FEM-Programm ANSYS, Diploma Thesis at Fachhochschule Konstanz, 20.09.2000 (not published) <



## Die Konkurrenz schläft nicht. Schlafen Sie trotzdem gut.

**Internetlösungen der Deutschen Telekom: Dabei sein, wo auch immer was passiert im globalen Markt.**

Nutzen Sie die Chance, mit dem eigenen Webauftritt Ihre Produkte und Dienstleistungen weltweit und tagesaktuell zu präsentieren. Mit einem Partner, der sich web-wide auskennt: die Deutsche Telekom. Wir bieten Ihnen Lösungen, die Sie zum Global Player machen.

**BusinessOnline:** der Internetzugang über T-SDN und T-DSL – aber mit bis zu doppelter Download-Geschwindigkeit.

**Web Services:** professionelle Lösungen aus einer Hand – für einen erfolgreichen Auftritt im Internet.

**Online Shops:** verkaufen via Internet.

**Online Service:** E-Mail- oder freecall- Online-Button – für Ihren direkten Kundenkontakt.

**T-Punkt Business**  
Munzingerstraße 1  
79098 Freiburg

Industriestraße 28  
76547 Sinzheim  
bei Baden-Baden

Demnächst auch:  
Schwenningerstraße  
78073 Bad Dürkheim

[www.t-online.de](http://www.t-online.de)

Anrufen, bevor's  
die Konkurrenz tut!  
0800 33 01115

**freecall**

Deutsche Telekom **T** ■ ■



## **STUDENTEN ABSOLVENTEN (M/W) DER INGENIEURS- & WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN**

Weltweit gehören wir zu den führenden Unternehmen der aluminiumverarbeitenden Industrie. Wir genießen einen hervorragenden Ruf für innovative, technisch hochwertige Erzeugnisse. Fundament für diesen Erfolg sind unsere qualifizierten Mitarbeiter mit Leistungsbereitschaft, Motivation und Teamgeist.

Studenten und Absolventen der Ingenieurs- & Wirtschaftswissenschaften (m/w) bieten wir Praktika, herausfordernde Diplomarbeitsthemen oder den direkten Einstieg in die Berufspraxis als Mitarbeiter der Alcan Singen GmbH.

Gemeinsam zum Erfolg!

### **ALCAN SINGEN GmbH**

Anja Mandel, Personalentwicklung  
Alusingen-Platz 1, D-78224 Singen  
Tel. 0 7731/80-38 54  
anja.mandel@alcan.com  
www.alcan-singen.com



**Alcan Singen GmbH**

**[www.alcan.com](http://www.alcan.com)**

# Automatic Model Generation, Simulation and Control of hydraulic and pneumatic drive systems with hypas

von Prof. Dr. Dr. h.c. Florin Ionescu

## Abstract

The importance of computer aided design, modelling, and simulation in the field of control systems has been prominent in recent years. Hydraulics and pneumatics are automation fields with increasing development. The user of these installations is interested to design a plant as quick and as well as possible, if it is possible without to be obliged to write down own differential equations. Starting with the contributions published since 1975 at some Conferences as: IFAC, ASME, Jablonna and IASTED [f.ex.: Bucharest, Warsaw, Nice, Lyon, Athens, Cairo, Lugano, New York, Budapest, Tampere, etc. the author developed an own approach and finally a software, called HYPAS, destined to aid the engineer to easy mathematical describe/model and to simulate its plants, without the user must write down any differential equations and to manipulate formulas and nonlinearities. HYPAS is a software tool that allows the user, by just moving of assigned icons to the functional elements, to interactively design and automatically generate mathematical models of hydraulic and pneumatic drive installations, as well as to simulate them. The aim of the paper is to introduce HYPAS with its philosophy and approaches as work medium and to present some of its tools.

**Keywords:** Hydraulics, Pneumatics, Object oriented modelling, Simulation, Control.

programming and/or mathematical modelling, is an important trend in CAD techniques. This trend can be observed in hydraulics too [7, 8, 9]. Most of these software products have own specific defined graphical user interfaces (GUI) and allow the set up a, with limited field of application, the model self being achieved in several steps, also by using pre-defined modules. The multipurpose generally oriented software MATLAB/SIMULINK dispose not of a data base of pre-defined mathematical models.

This paper is a limited report on the present stage of realisation of the assisted modelling and simulation with HYPAS of hydraulic and pneumatic drive systems. After a general presentation of the philosophy, the mathematical modelling and of two examples, the papers present several information on auxiliary instruments of HYPAS as working with diagrams, data bases, tools and other facilities [9]. The HYPAS software environment has been created to assist the design, modelling, and simulation of hydraulic and pneumatic installations and their mechanical compliant structures. Different controllers such as: PID, Kalman, Observer, Fuzzy, self tuning, and differential were developed and implemented as the control library of HYPAS.

## 2. Overview of Hypas

### 2.1 Generalities

HYPAS is an object oriented and multitasking software that uses Windows facilities [15, 16, 21]. Its major task is to interactively assist the engineer scientist by the deriving of appropriate mathematical models of hydraulic and pneumatic installations and its compliant mechanical driven structures, to achieve a simulation and to graphically represent the obtained results.



### Prof. Dr. Dr. h.c. Florin Ionescu

Dipl.-Ing. 06.1968; Dr.-Ing 06.1981; Ehren-Doktor-Titel, Dr. h.c. November 2001 erteilt; von 1969 bis 1987 Professor an der TU Bukarest; von 1981 Award of Alexander von Humboldt-Foundation und 1987-1989 Forschungstätigkeit am Institut für Hydraulische und Pneumatische Antriebe und Steuerungen der RWTH Aachen; 1989-1991 wiss. Mitarbeiter und Gastprofessor am Institut für Hydraulische Maschinen und Anlagen der TU Darmstadt, 1991 Berufung an die FH Konstanz.

Lehre: Festigkeitslehre, Maschinendynamik, Ölhydraulik und Pneumatik, Simulationstechnologien

Seit 1994 Leiter des Schwerpunktes Mechatronik des IAF; Seit 1992 Leiter des Steinbeis-Transferzentrums Maschinendynamik, Ölhydraulik & Pneumatik-Konstanz; Seit 1999 Branch Direktor und seit 2001 Vice-President der American-Romanian Academy of Arts and Sciences, USA/Canada

## 1. Introduction

Modern design and simulation tools oriented for specific application areas are interactive and offers the user pre-defined modules at different levels of models organisation. To create a software tool, that is very easy to handle not only for specialists but also for those users who do not have much experience in the field of computers,



Thus deliver him of the most critical task by any modelling, as those of writing non-linear differential equations. No restriction or limitation are incorporated in the global concept of HYPAS so that other systems could be modelled and simulated, data bases, with all kind of diagrams can be created. HYPAS disposes of a formal mathematical description of structure parameters and the automatic/dynamic or manual allocation of the integration procedures as well as of many smart facilities, as different tools for helping during the work with it.

The interface of HYPAS is user-interactive and requires no extensive modelling and programming experience. The back ground of HYPAS is the Modular Structured Mathematical Modelling set by author over several years. This is endowed with pre-defined mathematical operations and modules of mathematical models (MM) stored in appropriate libraries, at the present time, available for hydraulic, pneumatic and mechanical elements, layer properties and controllers. The user may build own models or improve those delivered by the data base. Different types of diagrams assist the user to better understand the modelling and operation of the installation.

## 2.2 Mathematical Modelling in HYPAS

Mathematical Modelling in HYPAS occurs upon an own mathematical description called: **Systemic Model Description** (SMD) [3, 4, 5]. It refers to the design mode for a generalised physical system in the simulation program. The SMD concept is based both on the objective reality and on its scientific perception as one can observe in the following picture

The Systemic Model Description assumes the Model Systemic Dichotomy:

1. According to the energy exchange with the environment: **Transfer**-Exchange of energy with the environment; **Conservative** - No energy transfer with the exterior
2. Terminal energy exchange blocks: **Source**-Specialised energy spring; **Sink**-Energy flow terminal.

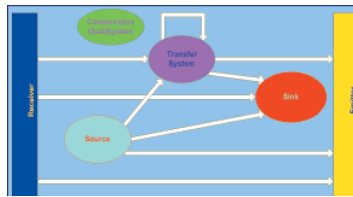


Fig. 1. Systemic dichotomical representation in HYPAS

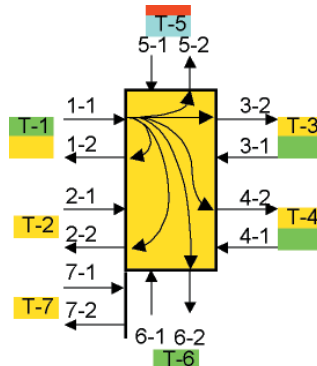


Fig. 2. Generalised block presentation of an element in HYPAS, as multiport

3. **Surface energy exchange units:** **Receiver**-Input, **Sensor**-translation unit that is directed from environment to the inner world of the system; **Emitter**-Output-energy translation unit to the environmental world.

The description hides in its background the diagrams' creation mechanism of large compound systems. Except the surface subsystems, all subsystems can be at their turn aggregated. By means of this method, one can form a hierarchy with different depth description levels [1,..., 4]. Other information concerning the mathematical description are presented in [7, ... , 21].

If one consider the installation in the Fig. 3a, one may see, that contents (simplified) then elements: two pumps with variable displacement, two actuators, three servovalves and two pressure valves. Each of them being described by at least a differential equation second order, without to mention that internally the two pumps are driven by two actuators. One obtain twelve differential equations second order, or twenty four equations first order, it means

matrix  $24 \times 24$ . Only the simple deriving of this equations are rising big problems. More than that, the graphical association of these equations into analogical-block-diagrams and the overview on the phenomena became more and more difficult with the growth of the number of equations and necessitates an appropriate experience from the scientist.

This "natural" way of systems description proposed and adopted by HYPAS offers the possibility to implement the Object Oriented Technique. Thus the MM of any installation occurs by generating/designing a standard-diagram to which HYPAS automatically associates its corresponding MM in the form of an analogue block diagram and is proposing the integration algorithms, mostly appropriate for the present layer properties [15, 17, 21]. To this purpose an appropriate MM is assigned to each module. The MM of the designed installation is automatically generated, when the graphical connection of modules is finished [8, 9, 22]. On the Figure 3b one may see the standard diagram of the installation presented above.

The Figure 3b shows the standard diagram of the installation presented above. Appropriately to the thinking way of the engineer, modules of which the installation consist and to whom MM are created and deposited, were graphically transported as diagrams from the data base of modules, and put on the construction screen of HYPAS. The logical connection of the individual MM of the modules will be achieved through the connection of each input and output of all modules. After setting the individual sets of Nu-

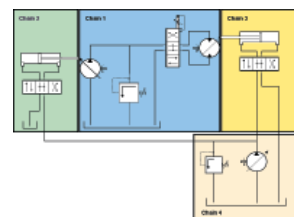


Fig. 3a. Manually achieved diagram of a system to be modelled

merical data of modules, the simulation can be started. Afterwards are means of different graphs, as: transient, space of state and frequency representations the achieved results can be visualised.

### 2.3 Example of modelling and simulation of an electro-hydraulic

Figure 4 presents the diagram of an electro-hydraulic axis automatically generated with HYPAS and simulated [14, ... , 18]. To generate the diagram, the following three data bases (DB) were used: the DB of modules, for: servovalve, actuator and transducer; the DB with tools, for the PID controller and the DB with layer properties, for summation, the input variable (in this case a step input) and terminal for the output variable. A displacement of 0,22 [m] is obtained in ca. 5,8 [s] after a monotone evolution.

After having set the desired integration procedure and the integration data, the integration is achieved. The HYGRAPH module assist the user to represent the desired variables [20]. The scaling can be interactively set by the user himself. Data from other programs as EXCEL, SDS, Matlab/SIMULINK can be used, for further representations.

### 3. Controllers of Hypas

The following types of controllers were implemented: P, PI, PD, PID, Kalman, Observer, self adaptive, Fuzzy, Neuro-Fuzzy and Neural [7, ... , 21]. The PID controller, the observer and some data about the neuro-fuzzy controller will be presented in this section. The used numerical data of the axis correspond to a real electrohydraulic device presented before [5]. This axis and the control algorithms are involved in the control of: position, velocity, pressure and force. The simulation results were achieved for the position control of the servoactuator's rod. The dynamic behaviour of the mounting was not considered.

#### 3.1 The PID controller

The optimised achieved PID regulator were defined as:  $K_r (1 + T_d s + T_i / s)$

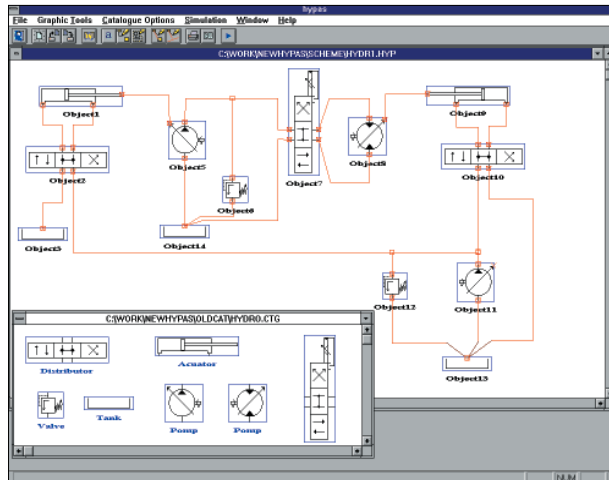
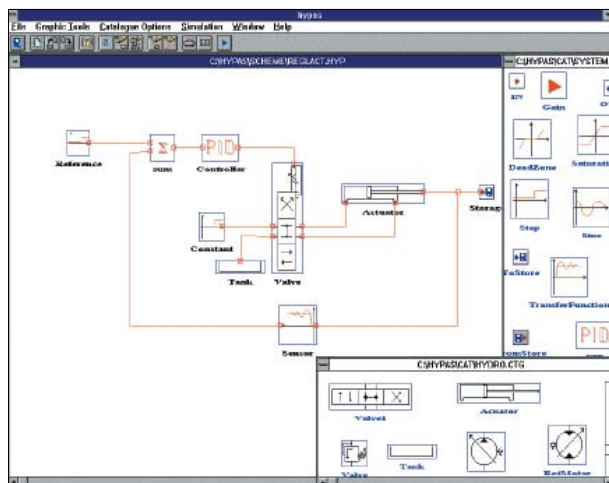
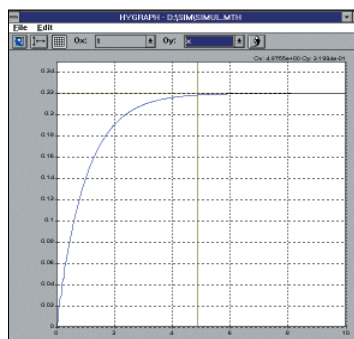


Fig. 3b. Simulation diagram of the installation in Fig. 3a generated with HYPAS



a. ↑



↓ b.

Fig. 4 HYPAS bloc diagram of an electro-hydraulic axis and result of a simulation

[7, 15, 16 219, 21]. The simulation occur with the analogue-block-diagram whose actuators object can be observed in Fig. 4a. The position control, presented in Fig. 4b, was obtained with the following set of parameters:  $K_r = 1$ ;  $T_i = 0.0028$  [s];  $T_d = 0.0005$  [s] and a reference input tension  $U_{ref} = 2$  [V], corresponding to a stroke of 0,1 [m].

### 3.2 The Observer

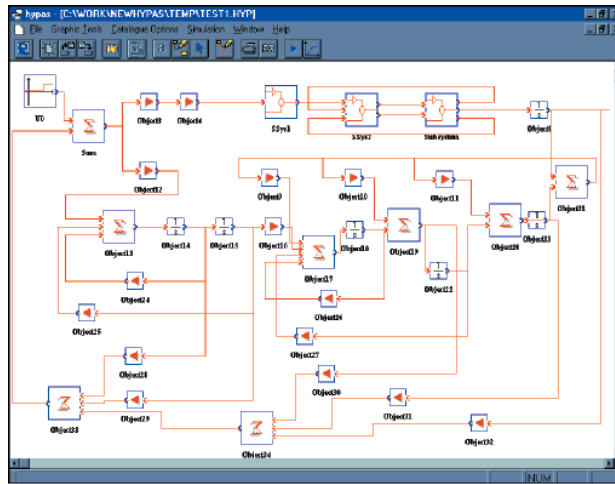
For the proposed axis a (n-m-1) order structure of the observer is adopted, where  $n = 5$  represents the order of the system and  $m = 1$  is the number of outputs [7, ..., 21]. The model is described by five state variables: two for the second order model of the servovalve and three for the third order linear motor/actuator.

The complete system contains: the non-linear axis, with the known static and dynamic non-linearities [6, 20], a parallel second order model for the servovalve, a third order actuator, a linear third order observer for the actuator, a reconstruction model for the servovalve and a controller with five loops for the five state variables. The used observer with inverse reconstruction matrix has the third order and is matched on the actuator, while for the servovalve a parallel model was achieved. The HYPAS analogue-block diagram of the plant with the observer and a simulation result are depicted in figure 6 [7, 20]. A five order observer and a non-linear observer are also available in the data base.

### 3.3 FUZZY, Neuro-FUZZY and Neural Network Controllers

Structures of these controllers, which are implemented in HYPAS and results of simulation are presented in [7, 8, 9, 10, 12, ..., 21]. They show important advantages, but the classical controllers remained implemented in HYPAS. Two phases in designing of the controller were used: the control and the adaptation. In the control phase, the plant output and the reference signal determine a control command  $u(k)$ .

The plant input becomes the sum of the  $u(k)$  and  $u_p(k)$ . In the adaptation phase, the inverse model which has as



a. ↑

↓ b.

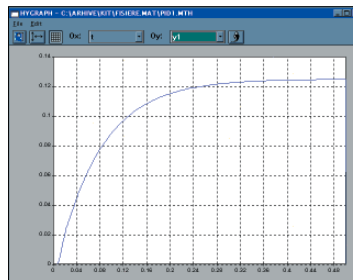


Fig. 6 Flow-chart-diagram of the axis with observer and simulation result in HYPAS

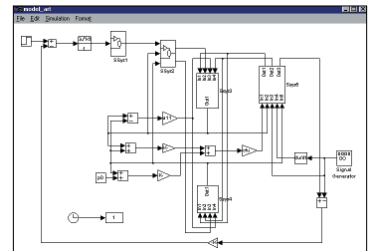


Fig. 8. Simulation model of the electro-hydraulic

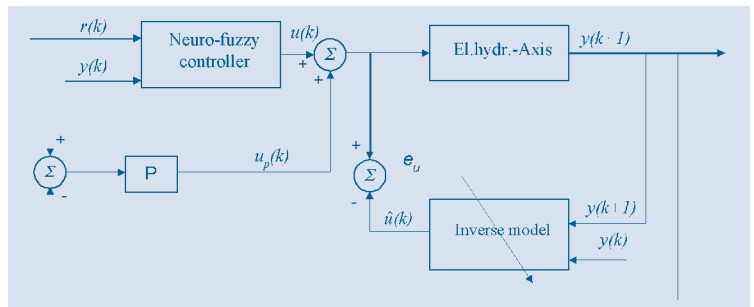


Fig. 7. Block diagram for the inverse learning method

inputs  $y(k+1)$  and  $y(k)$  produces as output the signal  $\hat{u}(k)$ . This signal is used to compute the error  $e_u(k)$  which determines the value of the cost function  $J(k)$  that has to be minimised:

$$J(k) = \frac{1}{2} \cdot e_u^2(k) = \frac{1}{2} \cdot (u(k) - \hat{u}(k))^2$$

In this example the plant is an electro-hydraulic axis. It is composed of a pressure source, a servovalve as interface element between the control and

the actuator, an actuator and a position transducer. The axis has a strong a non-linear structure. The simulation implemented model of axis is depicted in fig. 4. This axis is part of a cartesian robot endowed with three similar axes.



*Looking for a successful career?*

*The Voith Group is a global market leader in mechanical and plant engineering with 24,000 employees across the globe and approximately 3.2 billion Euro in sales each year.*

*In fact, one in every three sheets of paper world-wide is produced on equipment engineered by Voith Paper. Deep in the Chinese interior, in the jungles of Brazil or right at your doorstep you will find plants running with our equipment. Technology with twice the weight of the Eiffel Tower, created from over 13,000 tons of steel, wider than a highway and racing at production speeds of over 75 MPH. To continue creating this highly challenging equipment we are looking for*

# International Trainees

## Mechanical/Electrical Engineering, Process/Paper Science Technology, Business Management

**Your challenge:** Your career will kick off with a one-year training program at our facilities in Germany and Austria. You will be given research, design and project tasks that will contribute to real-world projects. During this time, you will also take part in several management training sessions with other International Trainees. Working as part of a team, you will develop your expertise as you grow in new areas. After only one year, you as a future Key Player will have the opportunity to move into a customer oriented position that matches your interests and performance in one of our facilities world-wide.

**Your qualifications:** The ideal candidate will have a Bachelor or Masters degree in Mechanical/Electrical Engineering, Process/Paper Science Technology, MBA or a similar degree

from a university, technical college, polytechnic institute or specialised school. This position requires a willingness to relocate and travel. Individuals must possess good personal interaction abilities, enthusiasm, analytical insight and problem-solving skills. If this description fits you, then you should consider a career at Voith.

**Your application:** Please direct your application packet to Voith Paper Holding GmbH & Co. KG, Attn.: Mr. Wolf Seibold, Postfach 20 20, D-89510 Heidenheim, Germany. If you have any questions, please don't hesitate to contact us at +49 (0) 73 21/37-73 25 or by email: [wolf-dietrich.seibold@voith.com](mailto:wolf-dietrich.seibold@voith.com).

Check us out on the Web at [www.voith.com](http://www.voith.com). We hope to meet you soon!

# VOITH PAPER

...and it is possible!



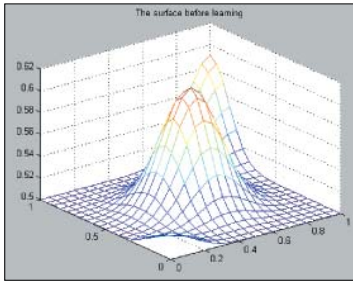


Fig. 9. The surface after the first iteration

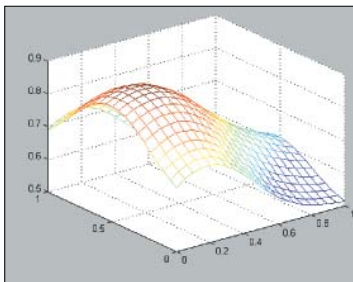


Fig. 10. Surface obtained after learning

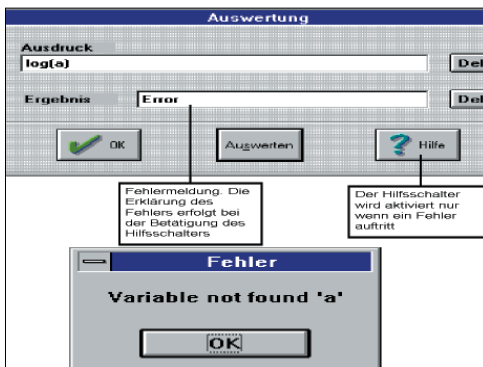


Fig. 11 Result of a smart self debugging function in HYPAS

#### 4. More about modelling and simulation with hypas

##### 4.1 Main targets of HYPAS and examples of solutions

The following main targets are accomplished by HYPAS [6, 17, 21]:

- It interactively assist the user by developing own MM of small or large scale installations. The adopted solution in HYPAS uses different types of catalogues with modules or layer properties. The user may accept and, eventually, can change the MM who was put by the computer to its disposal. Installations and other components of artificial and expert intelligence are incorporated.
- HYPAS requires no programming knowledge.
- It open for further developments by adding new modules.
- It allows the study of steady-state, transient and stationary behaviour and permit any graphical representation

with means easy to manipulate.

v. HYPAS allows the easy change of structure data, in particularly those data which are present at many places in the MM, such the Bulk-modulus  $\beta$ . This is realised by using a formal mathematical description.

vi. By using smart algorithms HYPAS corrects false defined parameters or structure variables (Fig. 11). They refer also to all structure parameters and can be activated immediately after the definition, or later, by manually defining their domain of definition.

vii.

permit to achieve graphic documents protocols for writing down reports.

viii.

HYPAS assists flexibly the user during the model building to achieve a simulation and for the graphical data representation. As example to this family of facilities, figure 12 present the way of setting of the degree grade of denominator (DEGDEN) and nominator

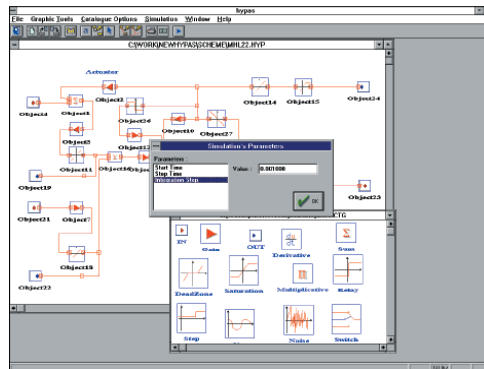


Fig. 13 Setting board for operation data by the numerical integration in HYPAS

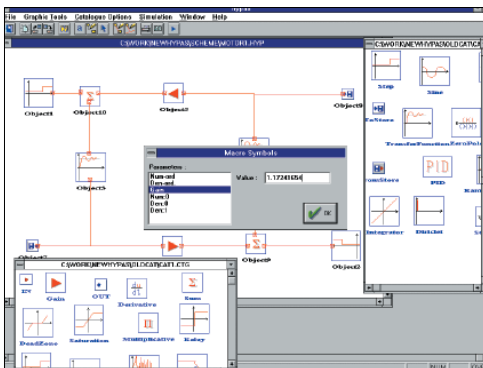


Fig. 12 Setting of transfer functions in HYPAS

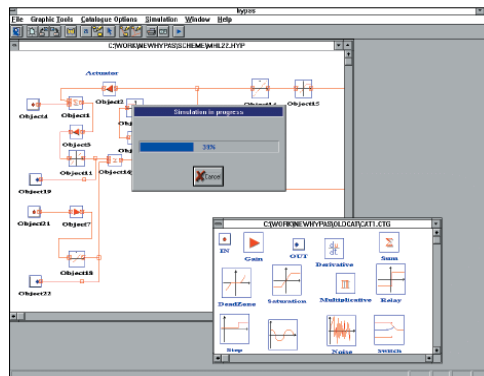


Fig. 14 Information on the stand of numerical solution of the analysis

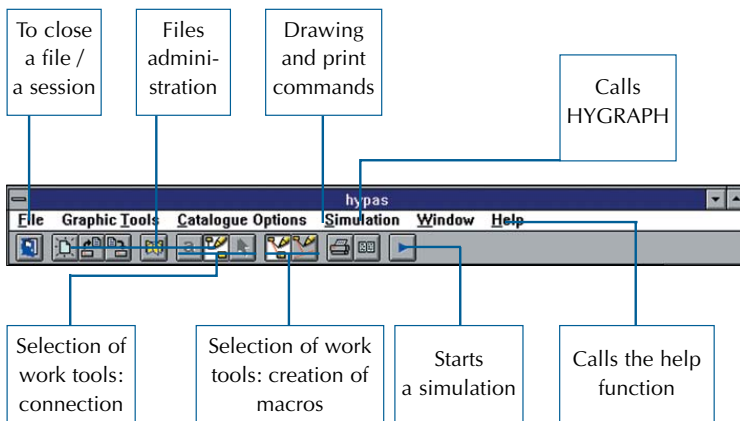


Fig. 15. Main menu of HYPAS - Modelling and Simulation Program

(DEGNO) and the gain of transfer functions. A smart debugger will help to keep DEGDN £ DEGNO.

#### 4.2 Main Menu

The main menu of HYPAS, presented in figure 15, interactively allows the operations to be achieved. The following operations are assisted:

1. *Management of files.* Files with graphical, logical and numerical data/information will be managed. The graphical one refers to the graphical representation of modules and layer properties. The logical are subroutines assigned to the modules and layer properties and contains the MM of these elements. The numerical files contents the assigned data sets.

2. *To access the design editor.* The graphical editor will be called and its windows open after the appropriate command occurs (See also § 4.4).

3. *To construct and/or modify a simulation diagram.* This action consists of building or changing the desired standard diagram, and by this mean, the MM of it. To this purpose, the involved data bases with modules will be opened and the icons of the desired modules will be translated by means of the "drag-and-drop" action on the construction window. Afterwards the inputs and outputs of modules will be appropriately connected by using the connection function. This action requires normal engineer knowledge.

4. *To set the numerical data of modules/installations.* By opening of a module, three types of further accesses are

created: i. the graphical data bases with: the analogue-block-diagram, the block-diagram with energy transfer and the block-diagram with information-transfer; ii. the listing of the assigned routines, written in C++; iii. the data set. These can be manually changed, smart solutions are helping this action.

5. *To build macros.* Macros can be build by using the special facility on the main menu. Each macro will be named and can be separately simulated, stored or called. All the contented individual modules/files will be "added" and assigned to each macro.

6. *To start and/or stop a simulation.* After a simulation diagram was designed, stored and a set of data was assigned, the simulation can start.

7. *To draw the simulation and other computed results.* It occurs with the HYGRAPH Module of HYPAS. Drawn diagrams can be directly printed, after having set the environment.

#### 4.3 Data Bases of HYPAS

Four data bases are created and are available in HYPAS. They refer to: the graphical symbols/icons of modules; the mathematical models of all modules, as C++ subroutines; the analogue-block-diagrams; the block-diagrams with energy and information transfer; the numerical data sets. i. *Data base with standard graphical symbols of modules.* This is oriented on functional elements, such as hydraulic, pneumatic and mechanic components for: a. *Hydraulic components*, such as:

pumps, rotary motors, actuators, limited angle rotary motors, directional valves, throttle valves, pressure valves, proportional valves, servovalves, lines, accumulators, filters, tanks; b. *Pneumatic components*, such as: rotary motors; actuators, directional valves, throttle valves, pressure valves; proportional valves, servovalves, lines; c. *Mechanic components*, such as: gear boxes, screw mechanism; ii. *Data base with mathematical models* contains the routines of achieved modules, installations and of all layer properties which contains integration are written for: Euler-Cauchy, RK-II, RK-IV, HEUN, HEUN-Modified, PL algorithms; iii. *Data base layer properties.* The later refer to: mathematical operations of all kind, input and output functions, usual non-linearities, such as: dead zone, jump in origin, relay, double slope, hysteresis, viscous and dry friction, hysteretic friction, different operations with variables, variables at power different of one. These models are mathematically described and implemented as C++ routines, together with their appropriate symbol in the catalogues. Compared studies were performed with MATLAB/SIMULINK [26] simulation program; iv. *Data base with block-diagrams.* Some block-diagrams are presented in figures 6a, 7 & 9. There are two types of block-diagrams available: with energy- and information transfer; v. *Data base with analogue-block-diagrams.* To each layer property and to each module a MM was analytically inferred. To each of them a standard or usual known graphical symbol was drawn and/or designed and attached. They are stored in an appropriate data base of mathematical models. (See Fig. 10, 14 & 15); vi. *Data base with numerical data sets.* Structure data of the modules were stored as default data sets and can be used as they are. They were conceived in agreement with the common experimental results of some products on the market. They can be accepted and/or changed before the simulation starts and again stored as variable sets of the default numerical data.

#### 4.4 The design module

This function operates interactively in HYPAS by means of a drawing editor. It can be called by making use of its assigned ICON on the main menu. The design module serves to the creation of the graphical data bases. It can be also used to complete and to change the diagram of any module or layer property. There is not limitation of figures' forms that can be drawn. The achieved drawings (diagrams, symbols) will be stored as \*.bmp-files.

The same name will be given to the assigned mathematical model. The drawing window and the symbol of a variable displacement rotary motor are presented in figure 9. The editor works as independent module. The editor-module was developed as *Single Document Interface (SDI)* and can draw only individual symbols with different dimensions. The colours of window are those of the installed Windows. The used tools correspond to the usual for the *Bitmap-Drawing* including 256 colours, which can be chosen for all drawn actions. Drawing commands. Usual drawing tools are available as a *Tools-Menu* or as a *Tools-window*. The following actions can be ordered: a. Drawing of geometrical figures such as: square, ellipse, circle s (full or empty); b. Drawing of an outline; Filling up of an outline; c. Erasing of a figure or of a part of it; d. Spray dose; e. Creation of connections in the diagrams.

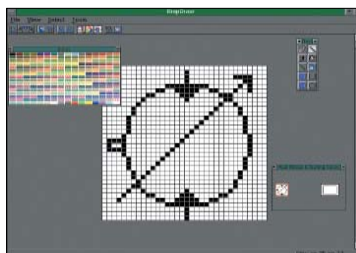


Fig. 16 Menu of graphical editor with a diagram of a pump

#### 4.5 Simulation module

Since to every MM a simulation diagram will be assigned. By opening of a simulation session a simulation program with "empty" content will be created. Any drag-and-drop action

with respect to any *module* and *layer property* will select and put successively on the simulation page of program the assigned subroutine of the above chosen element. The logical connection between the modules and properties occurs only by the connection through lines of an output point with the input. A set of numerical data is attached by default to any simulation model. After assigning a set of data, the executable model can be interpreted or executed step-by-step. Two methods can be applied:

- the first one foresees the use of a single type of integration. Seven algorithms were developed such as: Euler-Cauchy, RKII, RKIV, RKVI, Heun, Heun-Modified with adapted step, Predictor-Corrector [17, 18, 21].
- The second one uses a dynamic allocation of integration. Before any simulation starts, a classification procedure starts the automatic selection of the algorithms, with respect to the integrations behaviour by non-linearities. They are proposed and can be changed at any moment by the user [17, 18, 21].

#### 4.6 Main procedures in HYPAS

Three possibilities can be envisaged by the user: i. *To generate the MM of an own simulation diagram.* The user has to build the analogue-block-diagram assigned to his mathematical model by using the catalogue of layer properties and the drag-and-drop technique. The MM of the chosen layer properties will be "transferred" from the data base to the executing file. After that all inputs and outputs of the elements are to be graphically connected. To this act corresponds the logical connection of the routines on the executable program. The model can be simulated, after the data sets were assigned; ii. *To simulate a predesigned simulation diagram.* In this case the user has the task to choose the appropriate symbols of modules from data base of symbols and to drop and drag them on the work window. HYPAS will take care of the creation of the execution mathematical models of this standard diagram. The user may open the MM given in form of the analogue-block-diagram and the routine; iii. *To simulate a predesi-*

*gned installation & diagram.* An expert module is foreseen to classify already realised diagrams. They are stored and managed by an expert module, which can find out and suggest an appropriate diagram able to carry out the desired functions. The user may accept or change and simulate it.

#### 4.7 HYGRAPH-Module for graphical drawing

For drawing the obtained numerical results, the HYGRAPH specialised drawing module, was created. Transient and stationary evolutions in real formalisation, such as Bode-Diagrams or in complex formalisation, such as Nyquist-Diagrams, can be represented. Some details about HYGRAPH are presented in Fig. 4 and 16 [15, 16, 22].

#### 4.8 Macro definitions

Two or more modules as well as any layer properties can be grouped as macros or objects. A special function and an assigned icon on the main menu can be called to this purpose (Fig. 10). Definitions of type macro (MD) were chosen as general form of **composite** representation of element connection. By means of MD one facilitate the design of diagrams independently from their complexity. On this way the MD of a complex installation is an association of the MD of components.

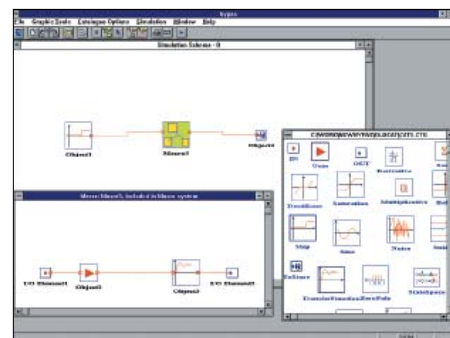


Fig. 17. Macro definition and functions for macros handling.

Some layer properties in HYPAS

#### 4.9 Description of some object oriented functions in HYPAS

Any layer property and/or component is defined as objects. They are classi-

fied of functional point of view as "object-folder"-definition which is grouping the objects with the same function but which are differently conceived. Some other functions are available: a. Moving of objects on the working window; b. Resizing the objects; c. Changing the position of the objects and of the connections; d. Suspending of a connection line between two objects; e. Erasing out of an object; f. Changing the assigned graphical symbols of the modules; g. Creation and modification of new folders completion of the data base.

## 5. Modelling structure and types of diagrams

### 5.1 Description of used object oriented functions

The MM of any module is decomposed down to the elementary layer. The informational hierarchy, presented in Fig. 15 contains the following six levels: layer properties: forces/torque and flow; group balance equations; half module/module of: pumps, motors, valves (taken completely or only a half of them); half chain/chain, a succession of (half) modules respectively modules and installation; chain; installation an assembly of minimum two chains.

### 5.2 Types of Diagrams

According to the point of view of HYPAS, each module contains maximum seven gates, while each gate operates with maximum 2 variables. Graphical symbols were developed in HYPAS.

Those four types of diagrams (Fig. 3, 6, 13, 19) assists the graphical formalisation in HYPAS:

- Functional-Standard-Diagram;** it represents the first stage in the design process. By means of these symbols, an installation can be standard designed;
- Energetic-Block-Diagram.**
- Information-Block-Diagram;**
- Analogue-Block-Diagram.** They are both in linear (rised) and nonlinear form. Five levels of structuration are used in HYPAS. They refer to: layer, group, half module, module, chain and installation.

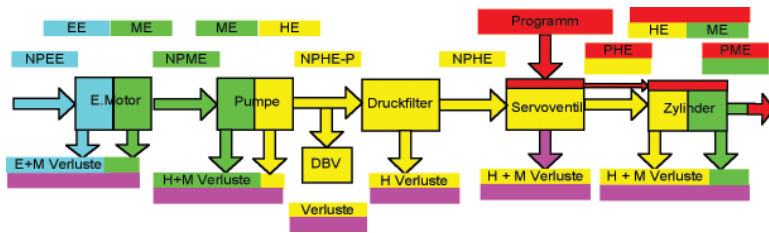


Fig. 18a. Structures hierarchy of the modular-structured mathematical modelling by HYPAS

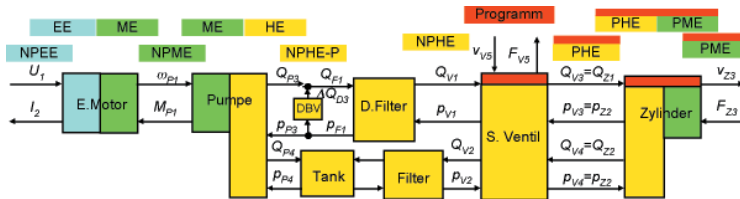


Fig. 18b. Block-Diagram with information transmission as is organised in HYPAS

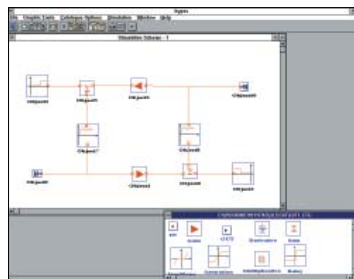
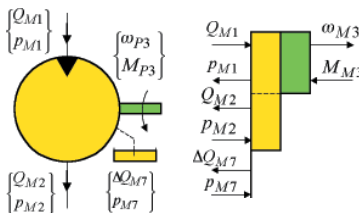


Fig. 19. Block-Diagram of the rotary motor in detail and the half of it modelled in HYPAS

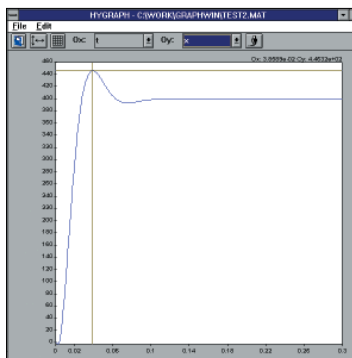


Fig. 20. Simulation result of the Rotary motor presented in Fig. 19 with scaling setting window in HYPAS



## 6. Conclusions

The paper presents the achieved results on the field of structured mathematical and object oriented modelling, simulation and control of hydraulic & pneumatic drive systems by means of HYPAS approach and software. Information about this approach and its philosophy, the architecture of the software and its operation mode, tools and data bases of HYPAS are presented.

## Acknowledgements

The author cordially thanks on this way Alexander von Humboldt-Foundation, Federal Ministry of Research and Technology Ministry of Science and Education Baden-Württemberg as well as the University of Applied Sciences Konstanz, Germany for their support on different stages of creation of HYPAS approach and software. Last but not least my deep thank deserves my wife Alina for her complete understanding and her continuous, sincere and warm support along my life.

## References

1. Ionescu, Fl. Computer Aided Design of Hydraulic and Electrohydraulic Drive Installations, Proc. of the IXth Triennial World IFAC Congress, Budapest, Hungary, Pergamon Press, 1st Volume, pp. 569-574, 1985.
2. Ionescu, Fl., Stoffel, B. Contribution to the Automatic Generation of Mathematical Models for the Computer Assisted Analysis and Synthesis of Hydraulic Drive Systems. 2nd Tampere International Confer. on Fluid Power, March 19-21, 1991, Tampere, Finland.
3. Ionescu, Fl., Haszler, Fl., Ciomaga, A. "HYPAS"-Software Simulation Package for Electro-Hydraulic Drive Installations. Proceed. of EUROSIM'95-Session "Software Tools and Produkts", Argesim Report No.2, 1995, pp. 1-4.
4. Ionescu, Fl. Logiciel HYPAS pour la conception des servosystèmes hydrauliques, 1st Vol., Journées d'études SMB-FIMOP-BVW, 18-19.10.1995 Brussels, pp. 25-37.
5. Ionescu, Fl., Haszler, Fl. TORCH: A Control Software for Electrohydraulic Cartesian Robots. ISCMR'96, Proc. of the 6th IMEKO Intern. Symposium on Measurement and Control in Robotics, May 9-11, 1996, Brussels, pp. 484-489.
6. Ionescu, Fl. Non-linear Mathematical Behaviour and Modelling of Hydraulic Drive Systems. Proceedings of 2nd World Congress of Non-linear Analysts, July 10-17 1996, Athens, Greece, Pergamon Press, Volume 30, Part 3, pp. 1447-1461.
7. Ionescu, Fl., Vlad, C. Tools of HYPAS for the Optimal Control of Electro-Hydraulic Drive Installations. 7th IFAC-Symposium on Computer Aided Control Systems and Design, CACSD'97, April 28-30 1996, Gent, Belgium, pp. 311-316.
8. Ionescu, Fl., Vlad, C. Sugeno and HYPAS-Fuzzy-Controller Solutions for Electro-Hydraulic Drive Installations. Proceed. Of the 5th European Congress of Intelligent Techniques and Soft Computing, IFIP'97, September 8-11, 1997, Aachen, Germany, pp.1238-1242.
9. Ionescu, Fl., Vlad, C.I. HYPAS and its Tools for the Optimal Control of Electro-Hydraulic Drive Installations. JOURNAL a, Benelux Organisation for Automatic Control, Vol. 38, 97/3, 3rd Special Issue CACSD, 1997, pp. 38-41.
10. Ionescu, Fl., Arotaritei, D., Vlad, C. Fuzzy and neuro-fuzzy HYPAS controllers implemented for an electrohydraulic axis Intern. ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems, EIS'98, February 11-13, 1998, Tenerife, Spain.
11. Ionescu, Fl. Model Generation, Simulation and Control of Hydraulic and Pneumatic Drive Systems with HYPAS. ISCFP'99, Sixth Scandinavian International Fluid Power Conference, 26th – 28th Mai 1999, Tampere, Finland. Vol. II, pp. 947-961.
12. Ionescu, Fl., Vlad, C. I., Arotaritei, D. Fuzzy, Neuro-Fuzzy and Neural Controller of Electro-Hydraulic Systems. ISS-SPIE '99, International Conference on Smart Materials, Structures and Systems, 7-10 July 1999, Bangalore, India, pp. 643-649.
13. Ionescu, Fl. Intelligent Solutions for Mechatronics. ISS-SPIE '99, International Conference on Smart Materials, Structures and Systems, 7-10 July 1999, Bangalore, India, pp. 614-623.
14. Ionescu, Fl. Neural Network and Neuro-Fuzzy Intelligent Solutions for Non-linear Systems. Presented at KES'99, Third International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems, 31st August – 1st September 1999, Adelaide, Australia, pp.501-504.
15. Ionescu, Fl. Multipolare Betrachtung von Gliedern hydraulischer und pneumatischer Antriebsanlagen, Mathematische Modellierung und Simulation. Public Conference for Professorship at the FH-University of Applied Sciences-Konstanz, Germany, 23.04.1998. 17 Fig., 39 pages.
16. Ionescu, Fl. Model Generation, Simulation and Control of Hydraulic and Pneumatic Drive Systems with HYPAS. Proceedings of ARA'25 Annual Congress, Silver Anniversary, 12-14 July 2000, Cleveland Ohio, USA, pp. 245-248.
17. Ionescu, Fl. "HYPAS"- Report at UAS-Konstanz, March 1995, 150 pages, 185 figures.
18. Ionescu, Fl. Source-Program of HYPAS- Program of Modelling and Simulation Report at UAS-Konstanz, July 1996, 350 pages.
19. Ionescu, Fl. HYPAS Source Program of Object and Graphic Solutions Report at UAS-Konstanz, August 1996, 280 pages.
20. Ionescu, Fl., Vlad, C., Arotaritei, D. Advanced Control of an Electro-Hydraulic Axis (Handbook of Mechatronics, Edit. Bishop, TU Texas). CRC –Press, Florida, 2001, USA.
21. Ionescu, Fl. Structured Mathematical Model Generation, Simulation and Control of Hydraulic and Pneumatic Drive Systems. Intern. Symp. on Impact of the Modern technologies on the Continuous Development, 11th – 13th of February 2002, Chisivev, Moldavien, 1st Volume 2002, Meridian Engineeringin, pp. 36-47.
22. Vlad, C., I., Ionescu, Fl., Arotaritei, D., Zaharia, M., H. Aplicatii de Control in Meccatronica. Editura BIT, Iasi, 1999.
23. \*\*\* HYPAS - User's Manual 1997. FH-Konstanz, Germany.

# ETO MAGNETIC – gemeinsam zum Optimum



Als Hersteller von wichtigen Komponenten für die Fahrzeugtechnik, für die Industriehydraulik und Spezialbereiche des Maschinen- und Anlagenbaus nehmen wir Herausforderungen des Marktes täglich auf's Neue an.

## **Fahrzeugtechnik:** **Sicherheit, Komfort, Wirtschaftlichkeit.**

Wenn Sie in einen Bus einsteigen, öffnen Ihnen Bauteile von ETO MAGNETIC die Türen. Und wenn Sie unterwegs sind, schätzen Sie sicher das von unseren Magneten unterstützte ABS-Bremssystem.

Bei vielen Schienenfahrzeugen senken Ihnen Teile von ETO MAGNETIC die Stufen zum bequemen Einstieg ab. Ihr Auto ist möglicherweise auch mit ETO MAGNETIC Komponenten ausgestattet. So könnte es sein, dass das Getriebe bei den Schaltvorgängen von unseren Magneten unterstützt wird. Oder die Nockenwellen verstellen sich, wenn Sie Gas geben, auf Kommando von ETO Magneten. ETO MAGNETIC Teile machen Ihnen über Stoßdämpferregelungen die Fahrt angenehm. Und selbst wenn Sie einmal per Schiff durch die Weltmeere kreuzen, arbeiten vermutlich etliche Bauteile im Maschinenraum, die von ETO MAGNETIC stammen. Fast alles, was auf irgendeine Weise durch Elektromagnete und Ventile bewegt und geschaltet werden kann oder muss, ist für den Einsatz von ETO MAGNETIC Komponenten prädestiniert.

## **Industriehydraulik:** **Flexibel. Sicher. Zuverlässig.**

Industriehydraulik ist das zweite Geschäftsfeld von ETO MAGNETIC. Wir projektieren und fertigen Magnetsysteme mit optimaler Anpassung an die Ventile unserer Kunden. Unser Angebot besteht im Kern aus einer Reihe von Grundmodellen, die durch verschiedene Ausführungen für fast alle Einsatzzwecke adaptierbar sind.

## **Maschinen- und Anlagenbau:** **Starten & Stoppen, Regeln & Schalten.** **Öffnen & Verriegeln.**

Ein weiteres Einsatzgebiet für ETO MAGNETIC Teile ist der spezialisierte Maschinen- und Anlagenbau mit seinen vielseitigen Anforderungen.

**QS 9000, VDA 6.1,**  
**DIN EN ISO 9001**  
**Unser Qualitätsprinzip: 0-Fehler Strategie.**

ETO MAGNETIC KG  
Hardtring 8  
D-78333 Stockach  
Telefon + 49 (0) 7771 809-0  
Fax + 49 (0) 7771 809-100  
info@etomagnetic.de  
www.etomagnetic.de

**ETO MAGNETIC**



# Ermittlung der Griffigkeit von Verkehrsflächen mittels Kfz-Datenspeicherung

Prof. Dipl.-Ing. Joachim Lauffer



## Prof. Dipl.-Ing. Joachim Lauffer

studierte an der Universität Stuttgart Bauingenieurwesen. Nach der Prüfung zum Regierungsbaumeister 1975 leitete er große Bauprojekte in der Straßenbauverwaltung Baden-Württembergs sowie eine Abteilung für Straßenplanung und Entwurf. Vor seiner Berufung als Professor leitete er das Tiefbauamt der Stadt Ravensburg. An der Fachhochschule Konstanz lehrt er seit 1992 in den Fachgebieten Verkehrswesen und Ingenieurvermessung.

## 1. Einleitung

Das Forschungsprojekt betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Griffigkeit von Verkehrsflächen mittels Daten, die von einem Satelliten-Navigations-System in Verbindung mit Kfz-typischen Daten während eines Bremsvorganges erhalten werden. Die Bewegungsdaten des Fahrzeuges werden aus relativ genauen Navigationsinformationen in sehr kurzen Zeitintervallen per Funkübertragung oder direkt im Fahrzeug auf einem Datenträger abgelegt. Hieraus werden die ortsbezogenen Bremsverzögerungen ermittelt und ggf. mit denjenigen eines mitgeführten Beschleunigungsmessgerätes verglichen. Aus den Bremsverzögerungen werden in Verbindung mit den Kfz-Kennwerten und der Straßengeometrie die jeweils ausnutzbaren Kraftschlussbeiwerte (sog. Reibwertmaxima) bzw. die örtliche Griffigkeit der Verkehrsfläche ermittelt.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Physikalische Grundlagen (kurzer Auszug)

Haftreibung – Gleitreibung – Rollreibung – Blockierreibwert – Reibwertmaximum

Haftreibung: auf einen auf einer Unterlage ruhenden Körper (Abbildung 1) wird eine Zugkraft ausgeübt. Ab einer bestimmten Kraft setzt sich der Körper ruckartig in Bewegung.

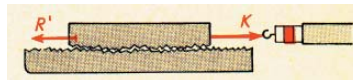


Abb. 1

Die Kraft, die ihn an der Bewegung hindert, wird Haftreibungskraft genannt. Bei der Gleitreibung (Reibung der Bewegung) ist die Gleitreibungskraft der zur Oberfläche parallelen Zugkraft entgegengesetzt. Rollreibung entsteht beim Abrollen eines Rades auf einer Unterlage.

### 2.2 Gummireibung

Seit der Entwicklung des Luftreifens von Dunlop im Jahre 1888 interessieren die Vorgänge, die sich zwischen Fahrbahn und Reifen abspielen. Die für die Sicherheit bedeutende Größe ist der Anteil des Reibungswiderstandes. Man spricht deshalb von Haftreibung nur, wenn ein Fahrzeug mit angezogener Bremse an einem Hang steht. Die Vorgänge während der Fahrt können mit den einfachen Begriffen (Haft- und Gleitreibung) nicht hinreichend genau beschrieben werden.

Bei der Kraftübertragung zwischen Reifen und Fahrbahn spielen viele Komponenten eine Rolle. Beim Fahrbahnbelag wird zwischen Grob- und Feinrauheit unterschieden bzw. zwischen Macro- und Microtextur.

Bei einem Gummireifen beeinflussen folgende Faktoren die Reibungsverluste:

- Adhäsion
- Hysterese
- Kohäsion
- Viskose Reibung

Die klassischen Reibungsgesetze der Physik, wie

- die Reibkraft ist proportional zur Normalkraft
- der Reibwert ist unabhängig von der Berührfläche
- der Haftreibbeiwert ist größer als der Gleitbeiwert
- der Reibwert ist unabhängig von der Geschwindigkeit

können bei Gummireifen nicht angewendet werden. Gummi zeigt ein viskoelastisches Verhalten. Es ist von vielen Komponenten seiner Gummimischung abhängig.

Der chemische Aufbau besteht aus fadenförmigen Gummimolekülketten. Diese sind ineinander verknäuel und in größeren Segmenten beweglich.

Der Adhäsionsanteil ist der Reibkraftanteil, der nötig ist, um die Berührungsflächen der beiden aufeinander reibenden Körper in Scherrichtung voneinander zu trennen. Man versteht darunter einen Mechanismus, der durch das Entstehen und Aufbrechen von Verbindungen im molekularen Bereich zwischen zwei Oberflächen entsteht. Bei glatten, ebenen Flächen ist der Adhäsionsanteil am größten. Eine trennende Wasserschicht lässt diesen Anteil sehr schnell absinken.

Der Hystereseanteil und damit ein Energieverlust erfolgt bei der Deformation von Gummi. Er entsteht beim Zusammendrücken und dem nachfolgenden Entspannen der Gummielemente beim Gleiten über die Rauigkeitsspitzen der Unterlage durch die Dämpfung des Gummis.

Der Anteil von Kohäsion tritt ein, wenn Gummi teilweise auf- bzw. herausgerissen wird. Er kann bei den Reibungsverlusten im allgemeinen vernachlässigt werden.

Eine viskose Scherspannung tritt auf, wenn sich zwischen Gummi und Fahrbahnoberfläche ein viskoses Zwischenmedium befindet.

Die Größe der viskosen Reibung ist abhängig von der Viskosität des Zwischenmediums, der Schichtdicke und der Gleitgeschwindigkeit. Bei Wasser als Zwischenmedium tritt reine Viskose bei Aquaplaning auf.

### 2.3 Reifenreibung

Beim Beschleunigen und Bremsen auf der Fahrbahn tritt Reifenschlupf auf. Er entsteht bei der Relativgeschwindigkeit zwischen angetriebenem bzw. gebremstem Reifen und der Geschwindigkeit des Fahrzeuges. Beim Bremsen zeigt der Tachometer eine zu geringe Geschwindigkeit an, weil sich die Räder infolge Schlupfanteil nicht ganz so schnell drehen, wie es der Geschwindigkeit des Fahrzeuges entspräche. Bei ABS-gebremsten Fahrzeugen beträgt der Schlupfanteil etwa 15 bis 20%. In diesem Bereich liegt das Reibwertmaximum.

Bei einem blockierten Rad beträgt der Schlupfanteil 100%. Die dabei übertragbare Kraft wird durch den Blockierreiwert (Gleitbeiwert) bestimmt.

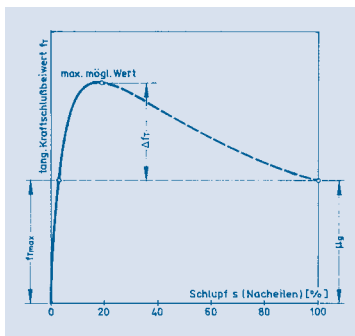


Abb. 2

### 2.4 Kraftschlussbeiwert

(siehe auch RAL-L-1, Kommentar 1979) Über das Kräftespiel zwischen Fahrzeug und Fahrbahn und die damit zusammenhängenden Probleme des tangentialen und radialen Reibungskoeffizienten bestehen zahlreiche Untersuchungen auf dem Kraftfahrzeug- und Straßenbausektor. Trotzdem ist es kaum möglich, absolut gültige Aussagen über das Kraftschlussvermögen

zwischen Reifen und Straße zu treffen. Die Schwierigkeiten liegen vor allem darin, dass der Kraftschluss von einer großen Anzahl von Faktoren abhängt, die im einzelnen noch nicht genau genug bekannt sind und die sich untereinander auf verschiedene komplizierte Weise beeinflussen. Er hängt unter anderem ab:

- von der straßenbautechnischen Größe der Deckenstruktur, besonders von der Oberflächenbeschaffenheit infolge der Baustoffeigenschaften, der querschnittsmäßigen Beschaffenheit der Straße infolge unterschiedlicher Beanspruchung durch den Verkehr, der gesamten und der jahreszeitlichen Liegezeit der Decke;
- von der klimatischen Größe mit allen Variationen, von der sommerlich trockenen über die feuchte bis zur nassen Straße mit einem geschlossenen Wasserfilm von unterschiedlicher Stärke, von der winterlich trockenen über die winterlich nasse, matschige und schneeglatte bis zur eisglatten Straße;
- von den fahrzeugtechnischen Größen wie Radlast, Schräglaufwinkel, Schwimmwinkel, Schwerpunktslage, Eigenlenkverhalten;
- von den reifenstechnischen Größen Reifenbreite, Profilart, Profiltiefe, Gummizusammensetzung, Luftdruck;
- von den Fahrverhaltensgrößen Geschwindigkeit und Fahrweise.

Als Kraftschluss zwischen Reifen und Fahrbahn bezeichnet man einen aus Adhäsion, Reibung und Verzahnung bestehenden Zustand, wobei die beiden zusammenwirkenden Oberflächen des Reifens und der Fahrbahn als gleichwertige Partner anzusehen sind.

Unter der Griffigkeit, besser dem Kraftschlussvermögen einer Fahrbahndecke ist der Einfluss zu verstehen, den ihre Oberfläche durch ihre stoffliche Beschaffenheit und insbesondere durch ihre geometrische Feingestalt auf die Größe der maximal vom Reifen auf die Straße abstützbaren Antriebs-, Brems- und Seitenkräfte ausübt. Die Griffigkeit einer Straßendecke wird in Deutschland allgemein durch den Gleitbeiwert bei definierten Versuchsbedingungen gekennzeichnet. Der

Gleitbeiwert ergibt sich als Reibungskoeffizient eines blockierten Rades, also bei 100% Schlupf.

Als geeigneter tangentialer Kraftschlussverlauf wird die von 95% neuzeitlicher Straßendecken erreichte Griffigkeit zugrunde gelegt. Diese Schranke entspricht in der Wahrscheinlichkeitstheorie etwa der "2- $\phi$ -Grenze".

Für die 95%-Linie der Griffigkeit wurden im Bereich von 20 km/h bis 80 km/h nicht lineare Regressionen vorgenommen und die hieraus resultierenden Kurvenzüge bis  $V = 140$  km/h extrapoliert.

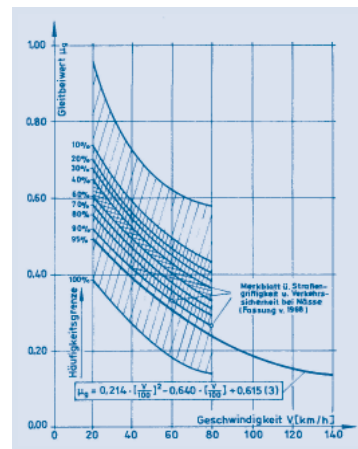


Abb. 3

Als Kurve, die den wahrscheinlichen Verlauf der Griffigkeit in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit am besten widerspiegelt, ergab sich ein Polynom zweiter Ordnung.

In den aktuellen Richtlinien RAS-L 1995 wird dieses Polynom für den maximalen tangentialen Kraftschlussbeiwert (= 95% - Wert der Griffigkeitsbeiwerte) angesetzt, der nur geringfügig von den veralteten Richtlinien bzw. dem Kommentar aus dem Jahre 1979 abweicht.

$$\max f_T = 0,241 * \left( \frac{V}{100} \right)^2 - 0,721 * \left( \frac{V}{100} \right) + 0,708$$

In Abbildung 3 erkennt man, dass alle Versuche bei 80 km/h enden. Der weitere Kurvenverlauf ist nur eine eher theoretische Annahme, da über 80 km/h hinaus bis heute keine gesicherten Versuchsergebnisse – das tatsäch-



V	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
ft	0,458	0,408	0,362	0,321	0,285	0,254	0,228	0,207	0,190	0,178	0,171	0,169	0,171	0,179	0,191	0,208	0,230

liche Fahrverhalten von Straßenfahrzeugen betreffend – vorliegen.

Nach der aktuellen Formel von den RAS-L (1995) steigen die  $f_T$ -Werte fälschlicherweise ab einer Geschwindigkeit von ca. 150 km/h wieder an.

### 3. Stand der Technik

Die Untersuchung der Griffigkeit von Straßenoberflächen erfolgt derzeit in der Bundesrepublik Deutschland und in den meisten Ländern der Erde mittels Spezialfahrzeugen oder mittels einer kleinen Pendeleinrichtung, die auf die zu untersuchende Straßenfläche gestellt wird.



Abb. 4

Abbildung 4 zeigt das Pendelgerät SRT. Das im British Road Research Laboratory entwickelte Pendelgerät "Skid Resistance Tester" SRT hat sich auch in Deutschland durchgesetzt, als Ersatz zum Stuttgarter Reibungsmesser. Der SRT wird in Verbindung mit einem Wasser-Ausflussmesser eingesetzt. Die daraus gewonnenen Messergebnisse sind nur bedingt verwendbar.

Die Griffigkeitsmessungen werden in der Regel mit selbstfahrenden oder gezogenen Spezialfahrzeugen durchgeführt. Dabei wird ein Messrad eingesetzt, das entweder

- blockiert oder

- gebremst oder
- schräg gestellt oder
- in kombinierter Weise eingesetzt wird.

Folgende Fahrzeuge kommen zum Einsatz: Stuttgarter Reibungsmesser SRM (Abbildung 5).



Abb. 5

An einem starken Lkw befindet sich am Heck in Fahrspurmitte ein längslaufendes Messrad, welches abgebremst wird. Die Reibungskraft wird über ein paralleles Gestänge auf das Messwerk übertragen. Die Messgeschwindigkeiten betragen in der Regel 40, 60 und 80 km/h.



Abb. 6

In Abbildung 6 ist die Unterseite des in England entwickelten Griptesters abgebildet. Das in der Mitte befindliche Messrad wird durch einen Kettenantrieb von der Hängerachse aus angetrieben. Es dreht sich etwas langsamer als die beiden Räder. Es ist auf 15% Schlupf eingestellt. Über Dehnmessstreifen wird die Längskraft am Messrad ermittelt.



Abb. 7



Abb. 8

Das in den Abbildungen 7 und 8 dargestellte SCRIM-Gerät (Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine) wird auch in Deutschland eingesetzt. Es hat ein zur Fahrtrichtung um 20° schräg gestelltes Messrad auf der rechten Lkw-Seite.

Das Messrad rollt unter Seitenschlupf ab. Damit wird der Seitenreibungsbeiwert ermittelt. Als Messrad wird ein profilloser schmaler Messreifen verwendet.



Abb. 9



Abb. 10

Auf den Abbildungen 9 und 10 ist der von der Universität Stuttgart entwickelte Universelle Reibungsmesser URM dargestellt. Das Messrad befindet sich in der rechten Fahrspur.

Das Messrad ist am Fahrzeug so aufgehängt, dass es auch bei Kurvenfahrt ohne Sturz und seitenkraftfrei nachgeführt wird. Es wird definiert belastet und rechnergesteuert gebremst. Im Bereich der Messradspur wird auf die Fahrbahn ein konstanter Wasserfilm aufgebracht. Aus den erfassten Größen Bremsmoment, Radlast, Fahrgeschwindigkeit und Schlupf lässt sich ein Maß für die Fahrbahngriffigkeit ableiten.

Eine ganz andere Art der Griffigkeitsmessung erfolgt mit dem Innentrommelprüfstand.

Um dieses Zusammenwirken zwischen Reifen und Fahrbahn wissenschaftlich untersuchen zu können, hat die BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen) einen Großversuchsstand gebaut: den Innentrommelprüfstand (Abbildung 11).

Kern der Anlage ist eine senkrecht rotierende Trommel mit einem Durchmesser von 3,80 m, die sich mit einer Geschwindigkeit bis 230 km/h drehen kann. In die Trommel werden Kassetten von 1 m Länge und 55 cm Breite eingebaut. Sie sind mit einem realen Fahrbahnbelag gefüllt. Auf diese Fahrbahn wird der Pkw-Reifen aufgesetzt.

Weitere Messgeräte sind (unvollständige Aufzählung):

- Skiddometer, Einachsanhänger (Schweden)
- Remorque-LPC – Einachs-Messanhänger, von Citroen CX mit doppelter Hinterachse gezogen (Frankreich)
- Safegate Friction Tester, Spezial-Pkw Saab 9000 CS (Schweden)
- ATSM-Trailer (USA)
- Komatsu Skid Tester KST, Anhänger (Japan)
- Stradograph, Spezial-Lkw (Dänemark)
- OSCAR, Messachse (Norwegen)
- Delft Tyre Test Trailer (TU Delft)

Allen zuvor beschriebenen Messverfahren ist gemein, dass sie das tatsächliche Fahrverhalten eines Kraftfahrzeuges (hier: Pkw) z.T. nur in grober Vereinfachung nachvollziehen können. Die fahrdynamischen Eigenschaften eines Pkw lassen sich hiermit nur bedingt oder kaum ermitteln. Diese Frage spielt jedoch bei sicherheitsrelevanten Aspekten (wie z.B. Bremsweg,

tangentialer und radialer Kraftschlussbeiwert sowie das Verhältnis beider Werte zueinander) eine bedeutende Rolle in der Verkehrssicherheit und bei der Unfallforschung.

#### 4. Problemlösung mittels Kfz-Ortsdatenspeicherung

##### 4.1 Verfahrensbeschreibung

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Griffigkeitswerte von Verkehrsflächen mit einem ganz neuen Verfahren zu ermitteln.

Die Reibungsbeiwerte der Straßengriffigkeit werden mit einem normalen Pkw (oder sonstigen Kfz) durchgeführt, der mit den entsprechenden Messgeräten ausgestattet ist. Im Normalfall werden dies sein:

- Satellitennavigations-Zweikanal-Empfänger (mit oder ohne Differential-GPS) und – falls erforderlich bzw. zu Kontrollzwecken erwünscht –
- Beschleunigungsmesser (Unfalldatenspeicher UDS von VDO-KIENZLE oder vergleichbare Messgeräte).

Bei der Fahrt über zu untersuchende Straßenabschnitte wird durch sehr kurze Bremsmanöver die Bremsverzögerung ermittelt. Dies geschieht einerseits direkt in dem Beschleunigungsmessgerät, welches sich bei genügend starker Bremsverzögerung automatisch in Gang setzt. Andererseits werden mittels eines hochpräzisen Satellitennavigations-Systems (derzeit GPS) die Fahrdaten aufgezeichnet. Aus den genauen Fahrzeug-Ortsdaten im Sekunden- bzw. besser noch im 1/10-Sekunden-Intervall lassen sich die Werte von

- Ort (Lage und Höhe)
- Zeit
- Geschwindigkeit
- Bremsverzögerung

ermitteln. Daraus werden mit der Beziehung

$$f = \frac{a}{g} = \frac{s}{100} - \frac{W_L}{G}$$

die Kraftschlussbeiwerte  $f$  errechnet.

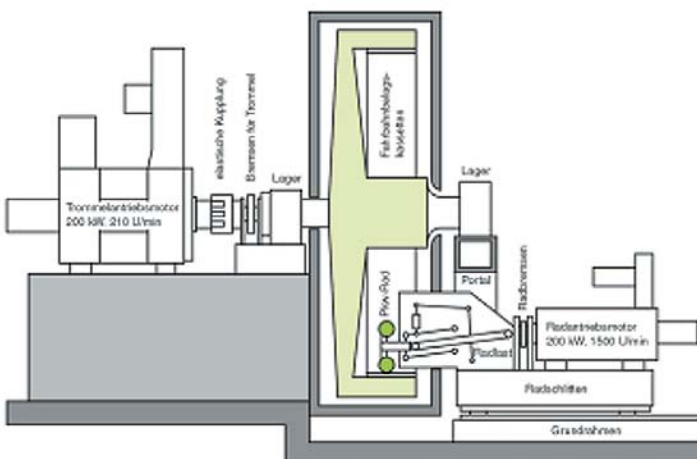


Abb. 11

Es bedeuten:

$a$  = Beschleunigung ( $\text{m/sec}^2$ )

=  $v \cdot dv/ds$

$s$  = Längsneigung der Straße

$W_L$  = Luftwiderstand des Pkw

$G$  = Fahrzeuggewicht (beladen)

Die Geschwindigkeit (und daraus  $a = dv/dt$ ) ist absolut exakt zu ermitteln. Dies ist durch den Tachometer wegen des Radschlupfes nicht möglich. Andere Verfahren, die berührungslos optisch die Fahrbahn abtasten, sind anfällig für störende Einflüsse, wie z.B. nasse und spiegelnde Fahrbahnen. Als unabhängiges und sehr präzise arbeitendes Mess-System wird deshalb die Satelliten-Navigation gewählt.

Mit diesem Verfahren kann das tatsächlich vorhandene Reibwertmaximum und daraus wiederum die Straßengriffigkeit auf allen Verkehrsflächen mit jedem beliebigen Fahrzeug in allen Geschwindigkeitsbereichen festgestellt werden.

Die Ergebnisse können unmittelbar verwertet werden bei der

- Neuformulierung von Grenzwerten im Straßenentwurf
- Fahrzeug- und Reifenforschung
- Unfallforschung
- Unfallaufklärung und -auswertung
- Entwicklung eines kombinierten Fahrzeug-Datenspeichers
- Erweiterung einer Straßendatenbank.

#### 4.2 Durchführung der Griffigkeitstests

Die Aufzeichnung der GPS-Daten während der Bremsversuche erfolgte stets mittels eines Einfrequenz-Empfängers von der Firma GARMIN (Typ GARMIN II+), ergänzt durch die Aufzeichnungen der Bremsverzögerungen im UDS (Unfalldatenspeicher VDO-Kienzle). In Abbildung 12 ist ein GARMIN-GPS-Empfänger abgebildet.



Abb. 12

Die GPS-Aufzeichnungen sind relativ grob, aber doch aussagekräftig. Das liegt an der geringen Datenrate von nur 1 Hertz. Vergleiche mit den Aufzeichnungen aus dem Unfalldatenspeicher der Firma VDO-KIENZLE (Automotive Mannesmann) zeigten z.T. gewisse Abweichungen.

Im weiteren Verlauf der Testserien wurde das hochpräzise arbeitende GPS-System Marke LEICA SR 530 eingesetzt. Es handelt sich hierbei um einen Zweikanal-Empfänger mit Differential-GPS und einer Datenrate von 10 Hertz. Bei stationären Punktmessungen lassen sich damit Genauigkeiten im Millimeterbereich erzielen.

Auf Abbildung 13 sind die Antennen für beide GPS-Systeme auf dem Auto-dach zu erkennen (in der Mitte LEICA, links daneben als kleine Flachantenne GARMIN).



Abb. 13

Die seitherigen Ergebnisse vom LEICA-System sind weitgehend unbrauchbar. Das liegt einerseits am oft abgerissenen Empfangskontakt zu den Satelliten unter Brücken, andererseits aber an grundlegenden technischen Problemen. Nach Recherchen (u.a. auch bei Firma ASTRIUM Immenstaad, Abteilung GALILEO) scheint festzustehen: LEICA arbeitet sehr präzise, ist aber für hohe Dynamik ungeeignet. Hierzu ist

ein spezieller GPS-Empfänger erforderlich, der mindestens 1,5 (besser 2)  $g$  = ca. 15 bis 20  $\text{m/sec}^2$  folgen kann. Bei den Brems tests wurden Werte weit über 10  $\text{m/sec}^2$  erreicht.

Die einfacheren Geräte können nur den groben C/A - Code empfangen. Es müssen stets mindestens 4 Satelliten am Messort ohne Sichthindernis empfangbar sein.

Abbildung 14 zeigt das Prinzip der Entfernungsmessung.

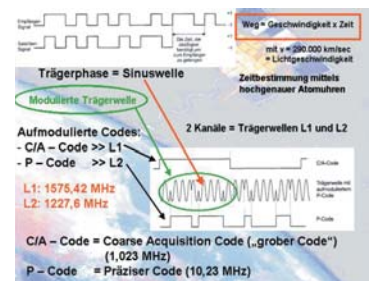


Abb. 14

#### 4.3 Testergebnisse

Die ersten Versuchsfahrten wurden mit einem VW-PASSAT durchgeführt, um die Lagekoordinaten zu ermitteln. Hierzu wurden verschiedene Software-Produkte getestet. Die besten Ergebnisse liefert für das GARMIN-Gerät das Programm FUGAWI. Das Problem besteht jedoch generell darin (auch bei LEICA), dass die Track-Aufzeichnungen auf ein metrisches Maß umzurechnen sind. Die in Deutschland üblichen Gauss-Krüger-Koordinaten werden von keinem Gerät unmittelbar abgespeichert.

Aus den GPS-Rohdaten (Koordinaten und Zeit) werden mittels einer Tabellenkalkulation die weiteren Werte Ortsdifferenz, Geschwindigkeit, Bremsverzögerung und Reibwertmaximum und Griffigkeit ermittelt.

Abbildung 12 zeigt eine Serie von Brems tests vom 28.11.2000 auf dem Flughafen Friedrichshafen mit einem neuen Mercedes 500 CL. Dieser Pkw wurde von der Mercedes-Niederlassung Ravensburg für diese Testfahrten kostenlos zur Verfügung gestellt. Auf der Rollbahn wurde mehrmals hintereinander jeweils von 100 km/h und dann von 160 km/h mit höchster Brems-



last auf Stillstand abgebremst. Im Bild ist davon nur ein Wert mit 160 km/h abgebildet. Auf der extrem griffigen Landebahn wurden die Bremsstests sicherheitshalber nur von 120 km/h aus durchgeführt. Die Bremsverzögerungen betrugen z.T. bis über 12 m/sec<sup>2</sup>. Die Reibwertmaxima lagen zwischen 0,9 und 1,1.

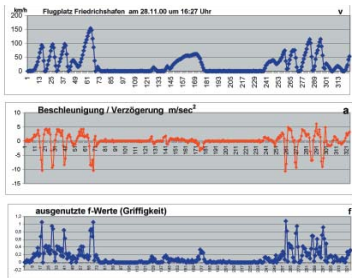


Abb. 15

Abbildung 16 zeigt einen Ausschnitt eines Bremsversuches von Abbildung 15 von 120 km/h bis zum Stillstand.

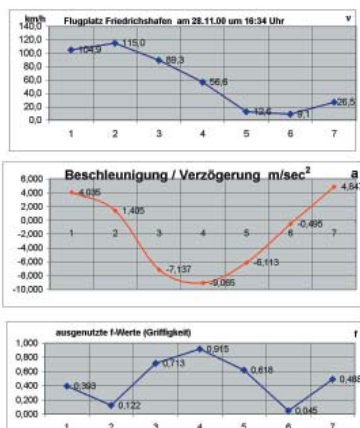


Abb. 16



Abb. 17

Die folgende Abbildung von Abbildung 18 stammt aus einer Testserie auf der B 30 neu bei Ravensburg. Die Tests wurden mit einem neuen Mercedes 220 CDI durchgeführt (siehe Abbildung 17).

Test am 23.10.2001 um 11:23:15 Uhr  
- B 30 neu Nord bei Baidt  
Vergleich: GARMIN : LEICA : UDS  
UDS-Aufzeichnung

Bei der LEICA-Aufzeichnung sind untypische Zacken im Geschwindigkeitsprofil enthalten (der Empfänger verliert oft den Kontakt zu den Satelliten wegen sehr hoher Dynamik!). Der steile Verlauf der Bremsverzögerung bei dem UDS-Gerät wirft einige Fragen auf. Diese können bei weiteren Versuchsreihen mit besseren GPS-Empfängern geklärt werden.

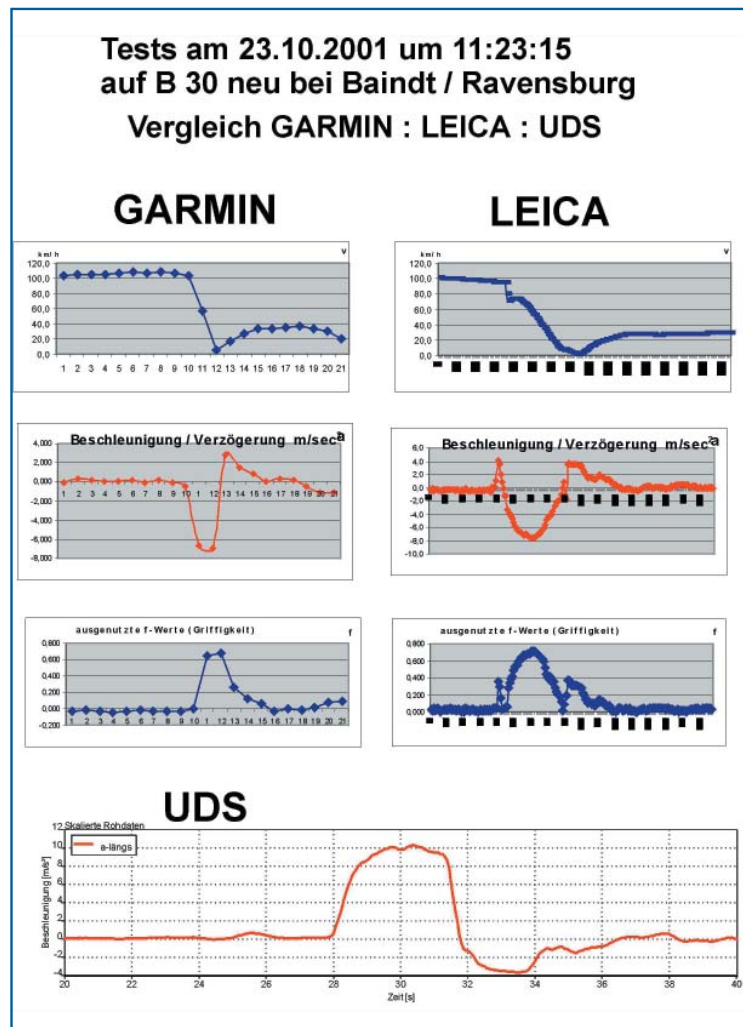


Abb. 18



#### 4.4 Kritik

Bei dieser Messmethode sollten GPS-Empfänger mit hoher Aufzeichnungsrate gewählt werden (mindestens 10 Hertz). Zweifrequenz-Empfänger sind wegen der weitaus höheren Genauigkeit Einfrequenzempfängern vorzuziehen. Die Dynamik der Empfänger muss mindestens 1,5 g betragen. Sinnvoll ist der Einsatz von Differential-GPS. Der Funkkontakt zwischen den GPS-Stationen sollte dabei mittels GSM-Technik erfolgen. Die Versuche wurden jeweils bis zum Fahrzeugstillstand durchgeführt. Dies ist jedoch prinzipiell nicht notwendig.

#### 5. Ausblick

Die seitherigen Forschungsergebnisse zeigen, dass das Verfahren prinzipiell sehr gut geeignet ist, die Griffigkeit von Verkehrsflächen in allen Geschwindigkeitsbereichen mit jedem beliebigen Fahrzeug zu ermitteln. Die Bremsmanöver können dabei extrem kurz sein. Denkbar sind integrierte Auf-

zeichnungs-Systeme, die mit dem elektronischen Bordnetz gekoppelt sind. Nutzungen und Einsätze sind denkbar bei

- Zusammenarbeit mit Institutionen der Unfallforschung und -aufklärung
- Entwicklung eines Unfalldatenspeichers, basierend auf GPS
- Entwicklung eines Fahrzeug-Datenspeichers, aus welchem für den Bordrechner wiederum Daten einfließen über den Straßenzustand sowie die Wirkung der Bremsanlage
- teilweiser Ersatz der schwerfälligen und z.T. ungenau arbeitenden Spezialfahrzeuge
- Vernetzung mit einer Straßendatenbank (diese existiert bereits; Griffigkeitswerte werden jedoch vereinzelt aus den tempo-konstanten Messungen der Spezialfahrzeuge eingegeben)
- Weiterentwicklung für die Fahrzeug-Bord-Elektronik
- Vollständige Integration in alle

elektronischen Fahrzeugsysteme

- Verfahren für die amtliche Griffigkeitsmessung (Kontrolle durch Auftraggeber sowie Überwachung der Grenzwerte seitens des Straßenbau-Auftragnehmers im Rahmen der Gewährleistung).

Die Durchführung der Griffigkeitsermittlung mittels Kfz-Ortsdatenspeicherung in Verbindung mit der Satellitenavigation kann zu enormen Kostenersparnissen führen. Sehr teure Spezialfahrzeuge können dabei – zumindest teilweise – überflüssig werden. <



## Ingenieure Betriebswirte

Ein interessanter Markt wie die Telekommunikation verlangt ständig nach neuen Ideen und bietet überraschende Perspektiven. Unser Unternehmen zählt zu den erfahrensten Herstellern hochwertiger Steckverbindungen für Hochfrequenzsysteme und Bauelemente für die Mobile Phone Industry.

Wir agieren weltweit und beschäftigen derzeit in sieben Firmen im In- und Ausland über 700 Mitarbeiter.

Zur Ergänzung unseres internationalen Teams bieten wir für die Bereiche

- Trainee Programme
- Diplomarbeiten
- Praktika

click our website  
**imscs.com**  
"job offers"

o.k. 



**IMS CONNECTOR SYSTEMS**

IMS Connector Systems GmbH  
Obere Hauptstrasse 30  
79843 Löffingen

Telefon 07654/901-172  
Fax 07654/901-175  
E-mail cjanke@imscs.com

- Produkt Management
- Konstruktion
- HF-Entwicklung
- Vertrieb

## Der schnelle Weg zum neuen Arbeitsplatz.



**Der Stellen-Informations-Service** bietet per Bildschirm täglich neue Stellenangebote in Ihrer Nähe zum Selbstausuchen – auf Wunsch auch ausgedruckt. Ohne Voranmeldung und Wartezeiten.

Sie können die neue Firma direkt und kostenlos vom Arbeitsamt aus anrufen.

Öffnungszeiten:

Mo	7.45 – 15.30 Uhr
Di/Do	7.45 – 17.30 Uhr
Mi/Fr	7.45 – 13.00 Uhr.

Auch unter [www.arbeitsamt.de](http://www.arbeitsamt.de) können die Stellenangebote der Arbeitsämter aufgerufen werden.

**Arbeitsamt Konstanz**  
Stromeyersdorfstr. 1, 78467 Konstanz  
Tel. 07531/585-0, Fax 07531/585-529  
E-Mail: [Konstanz@arbeitsamt.de](mailto:Konstanz@arbeitsamt.de)



## Bundesanstalt für Arbeit

# E-Business im Mittelstand - Wie Unternehmen aus der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg ihre Geschäftsprozesse (r)evolutionieren

von Prof. Dr. Michael C. Hadamitzky unter Mitarbeit von Thomas Alt, Christof Riese und Uwe Roth

## 1. E-Business als Erfolgsfaktor und Forschungsgegenstand

Um die Internet-Revolution ist es ruhiger geworden. Galt bis vor kurzem noch die Devise "E-Business or no Business", so steht heute die Frage nach der nachhaltigen Weiterentwicklung der Internet-Ökonomie eindeutig im Vordergrund. So findet nach der großen digitalen Euphorie in vielen Unternehmen die eigentliche Revolution im Stillen und vor allem in der Integration des Internet in die Geschäftsprozesse statt. Tatsache ist, dass die Anzahl an Internetnutzern weiter wächst. Inzwischen surfen bereits 30 Millionen Deutsche im Netz, rund 10 Millionen mehr als noch vor einem Jahr. Zwei von fünf Internet-Nutzern haben bereits ein Produkt im Netz bestellt und die Anzahl an Käufern, die Ihre Vorentscheidung für ein Produkt, eine Marke oder einen Händler bereits am Bildschirm treffen, nimmt weiterhin zu. Insofern ist es auch nachvollziehbar, dass einschlägige Experten neuen B2C-Anbietern wieder realistische Entwicklungschancen einräumen.

Vor diesem Hintergrund wurde das Forschungsprojekt "Real Business im Internet" durchgeführt. Das Projekt verfolgte die Zielsetzung, Entwicklungsstand und Geschäftsperspektiven des Internet aus der Sicht kleiner und mittelständischer Unternehmen aufzuzeigen. Im Rahmen einer Untersuchung von Unternehmen und Unternehmern aus der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg sollten folgende Kernfragen beantwortet werden:

- Was wurde aus den Fehlern der ersten Internet-Welle gelernt?
- Wo sind heutige und zukünftige Einsatzfelder des Internet?
- Wann ist das Potential des Netzes als zusätzlicher Vertriebskanal ausgeschöpft?

- Welche Branchenunterschiede gibt es?
- Wo sind die Risiken bei der Umsetzung von E-Business-Projekten?
- Wann rechnet sich ein E-Business-Projekt?

## 2. Erste Forschungsergebnisse: Warten auf die nächste Welle!

### 2.1 Kostenreduktion und Personalmaßnahmen beherrschen die gegenwärtige Management-Agenda.

Für Firmenchefs in der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg spielte E-Business zum Zeitpunkt der Befragung eine zweitrangige Rolle. Es dominieren Maßnahmen zur Kostenreduktion und Personalanpassung. Diese empirische Beobachtung überrascht auf den ersten Blick zunächst nicht. So kommt beispielsweise die namhafte amerikanische Top-Management-Beratung Bain & Co. zu den exakt gleichen Untersuchungsergebnissen. Auf den zweiten Blick lässt dieser empirische Befund allerdings vermuten, dass eine Vielzahl von Unternehmen das Effizienzpotential des Internet noch nicht erschlossen haben. Ziel der Einführung von E-Bu-



**Prof. Dr. Michael C. Hadamitzky**

Fachhochschule Konstanz, Professur für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Logistik.

Brauneggerstrasse 55, D-78462 Konstanz, e-Mail: michael.hadamitzky@fh-konstanz.de.

Der Verfasser dankt an dieser Stelle sehr herzlich der EGT AG, Triberg sowie der IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg für die Unterstützung des Forschungsprojekts.

siness-Konzepten muss es deshalb sein, die strategische Dimension des Internet zu erkennen sowie die Zeit- und Kosteneinsparungspotentiale im E-Business wettbewerbswirksam und nachhaltig umzusetzen.



Abb. 1: Aktuelle Managementthemen und ihre Bedeutung

### 2.2 Die Bedeutung von E-Business-Lösungen wird über Unternehmensgrenzen und Organisationsbereiche hinweg stark ansteigen.

Der Einsatz von E-Business-Technologien und die damit verbundene Einbindung von Partnern in den Leistungserstellungsprozess lässt Unternehmensgrenzen zusehends verschwinden. Der Wandel manifestiert sich in der Entstehung virtueller Unternehmungen, die flexibel und problemabhängig mit nach- und vorgelagerten Partnern innerhalb der Wertschöpfungskette durchgehende Prozesse kooperativ gestalten. Vor diesem Hintergrund steigt auch die Bedeutung von E-Business Technologien für die Unternehmen. Differenziert man die Wichtigkeit der E-Business Lösungen nach Unternehmensbereichen, so ist festzustellen, dass die befragten Unternehmen zum gegenwärtigen Zeitpunkt den marktnahen Bereichen Marketing & Vertrieb und dem Einkauf die größte Bedeutung beimessen. Diese Aussage wird durch die positiven Einschätzungen bezüglich der realisierbaren Produktivitätssteigerungspotentiale unterstützt. Die Hälfte der befragten Unternehmen rechnet mit signifikanten Kosteneinsparungen in diesen beiden Einsatzbereichen.

### 2.3 Die Mehrheit der befragten Unternehmen verfolgt eine "Follower-Strategie".

Bezüglich der Frage nach dem Einführungszeitpunkt von E-Business-Konzepten haben sich im Rahmen der Untersuchung vier Gruppen herauskristallisiert. Eine erste Gruppe von besonders innovationsfreudigen Unternehmen verfolgt eine Strategie der Technologieführerschaft (18%). Technologieführer treten als Erste innerhalb einer Branche in den Markt, um Differenzierungspotentiale gegenüber dem Wettbewerber zu erzielen, strategisch relevante Marktpositionen zu besetzen oder Erfahrungskurvenvorteile aufzubauen. Die zweite Gruppe der befragten Unternehmen (63%) sieht sich im Vergleich zum Wettbewerb gleich positioniert. Sie verfolgt eher eine Follower-Strategie, um insbesondere die Risiken hinsichtlich Investitionsbedarf

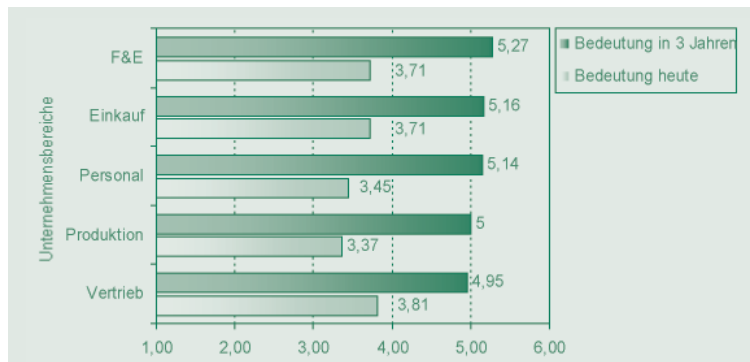


Abb. 2: Gegenwärtige und zukünftige Bedeutung des E-Business

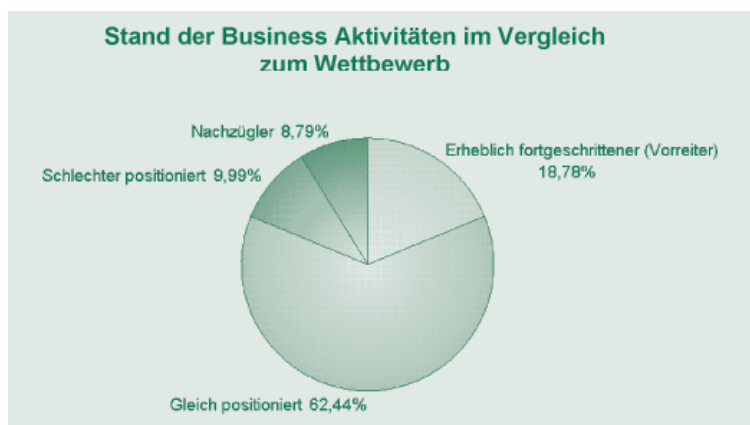


Abb. 3: Stand des E-Business Engagements im Vergleich zum Konkurrenten

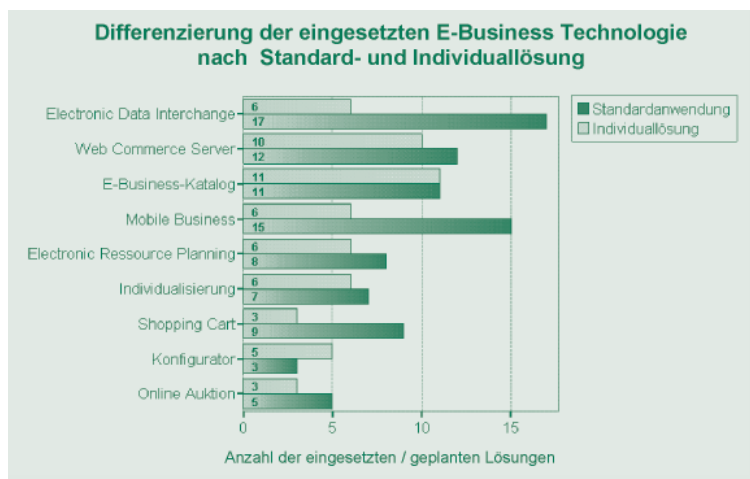


Abb. 4: Technologieeinsatz als Individual- oder Standardlösung

### Zeitlicher und geldmäßiger Qualifizierungsaufwand im E-Business Bereich



Abb. 5: Qualifizierungsaufwand im E-Business Bereich

und Wettbewerbsdynamik zu begrenzen. Die letzten beiden Gruppen betrachten sich gegenüber dem Wettbewerb als schlechter positioniert (10%), oder gar als Nachzügler (9%). Sie verfolgen offenbar einen Ansatz, das Ergebnispotential im E-Business erst dann zu erschließen, wenn es Kunden und Konkurrenzsituation erzwingen oder die Technologie einen entsprechenden Reifegrad aufweist. Ob diese Unternehmen den Anschluss an zukünftige Technologieentwicklungen verlieren oder beim Aufbau von neuen Geschäftsmodellen den Kürzeren ziehen, wird die Zukunft zeigen.

#### 2.4 Standard E-Business-Lösungen werden gegenüber individuellen Software-Lösungen eindeutig bevorzugt.

Im Zeitalter von Microsoft und SAP überrascht die Präferenz nach Standard-Software-Lösungen keinesfalls. Denn für den Einsatz von Standardsoftware sprechen mehrere Faktoren. Zum einen sind der Entwicklungsaufwand sowie spätere Pflege- und Wartungsmaßnahmen kalkulierbarer. Zum zweiten sorgen ein modularer Aufbau, gemeinsame Datenbasis, Customizing- und Schnittstellenfähigkeit für eine entsprechende Systemoffenheit und Flexibilität. Die Unternehmen haben die Vorteile der Standardlösungen erkannt. In acht von neun zur Auswahl angebotenen Technologien wird die Standardlösung der Individuallösung vorgezogen. Vor allem in den Anwendungsbereichen EDI, Mobile Business und Shopping Card sind die Lösungen

von der Stange ihren individuellen Pendanten in der Einsatzhäufigkeit zahlenmäßig um das dreifache überlegen. Lediglich Produktkonfiguratoren, die es dem Kunden ermöglichen, Produkte nach seinen jeweiligen Wünschen zusammenzustellen, werden als Individuallösung bevorzugt.

#### 2.5 Qualifikation und Lerngeschwindigkeit der Mitarbeiter sind für den Einführungserfolg von E-Business-Konzepten ausschlaggebend.

Die erfolgreiche Einführung von E-Business-Konzepten zieht grundlegende Veränderungen innerhalb des gesamten Unternehmens nach sich. Prozesse werden verändert, Systeme müssen angepasst und Verhaltensweisen neu definiert werden. Folglich müssen auch die Mitarbeiter, die an der Realisierung von E-Business-Projekten beteiligt sind sowie diejenigen Mitarbeiter, die mit der neuen Technologie arbeiten, qualifiziert und geschult werden. Die Schulungsintensität bei der Umsetzung von E-Business-Projekten kann hierbei anhand der Kriterien zeitlicher Qualifizierungsaufwand und Qualifizierungsbudget pro Mitarbeiter und Jahr gemessen werden. In den befragten Unternehmen wurde der zunehmenden Bedeutung der Mitarbeiterqualifizierung im E-Business nur bedingt Rechnung getragen. Gerade einmal ein Viertel der Unternehmen waren bereit, mehr als drei Arbeitstage pro Jahr in die Qualifizierung ihrer Mitarbeiter im Bereich E-Business zu investieren. Das zweite Kriterium zeigt ein ähnliches Bild: mehr als drei Vier-

tel der befragten Unternehmen sind nicht bereit, mehr als 500 Euro für die Qualifizierung ihrer Mitarbeiter im E-Business Bereich zu investieren. <



# Mit ZF auf der richtigen Spur!



## **Empowerment**

Wir setzen auf Menschen, die sich einbringen wollen, eigene Ideen entwickeln und Chancen nutzen.



## **Global Business**

Wir sind weltweit SystemPartner der Automobilindustrie und an 117 internationalen Standorten mit rund 56.000 Mitarbeitern aktiv.



## **Hightech**

zu Lande, zu Wasser und in der Luft. Wir entwickeln und produzieren Spitzentechnologie für Antrieb und Fahrwerk.

## Studenten und Absolventen der Ingenieurs-, Wirtschafts- und Informationswissenschaften

Möchten Sie gerne Ihr erworbenes Know-how in einem attraktiven Umfeld anwenden? Sind Sie etwa neugierig darauf, was ein "Zeppelin" mit einem "denkenden Getriebe" zu tun hat? Möchten Sie sich in einem Unternehmen bewegen, welches aufs Beste traditionelle Werte wie Pioniergeist und soziale Verantwortung mit Hightech und Global Business verbindet? Glauben Sie an gute Wachstumsperspektiven bei einer klar auf Eigenverantwortung ausgerichteten Unternehmensstrategie?

Ja?! Dann passen Sie zu uns und wir möchten Sie gerne kennenlernen!

Die Gelegenheit hierzu gibt es durch eines unserer zahlreichen **Praktika** im In- oder Ausland oder via einer projektbezogenen **Diplomarbeit**. Suchen Sie schon bald den Start ins Berufsleben, so können wir über interessante Möglichkeiten im **Direkteinstieg** reden. Vielleicht reizt Sie aber unser **Internationales Traineeprogramm** für Nachwuchskräfte am meisten.

Hier beginnt die Weichenstellung für Ihre Zukunft. Schauen Sie doch einfach mal vorbei **[www.zf.com](http://www.zf.com)** und nehmen Kontakt mit uns auf.

Sie finden uns auch auf der virtuellen 3D-Jobmesse **[www.jobfair24.de](http://www.jobfair24.de)**

Frank Ross, Zentrale Personalentwicklung · 88038 Friedrichshafen  
Telefon: (07541) 77-74 85 · E-Mail: [Frank.Ross@zf.com](mailto:Frank.Ross@zf.com)



**Antriebs- und Fahrwerktechnik**

# Wirtschaft

## Verlustbeschränkte Finanzinvestitionen

von Prof. Dr. Leo Schubert

### 1. Einleitung

Finanzinvestitionen sollten möglichst rentabel und gleichzeitig möglichst sicher sein. Überdurchschnittliche Renditen werden i.d.R. jedoch durch überdurchschnittliche Risikobereitschaft erkaufte. Die Erkenntnis "There is no free lunch" drückt das nüchterne Verhältnis von Rendite und Risiko aus. Um den individuellen Neigungen von Investoren bzw. deren Risikobereitschaft mehr zu entsprechen, werden effiziente Mischungen zu unterschiedlichen Anlageinstrumenten angeboten (vgl. z.B. "Stressfaktoren" und Themen einzelner Fonds). Die Portfoliooptimierung ermittelt diese effizienten Mischungen.

### 2. Klassische Portfoliooptimierung versus Target-Shortfall-Probability-Ansatz

Klassische Modelle der Portfoliooptimierung messen das Risiko anhand der Varianz der Renditen. Eine Aktie bzw. ein Portfolio mit hoher Renditevarianz ist dementsprechend risikoreicher als ein Portfolio mit niedriger Renditevarianz. Dieses Risikomaß drückt nicht unbedingt das aus, was Investoren unter "riskant" empfinden. Trotzdem bewirkte die einfache Minimierungsmöglichkeit der Varianz (d.h. des Risikos) im Rahmen einer quadratischen Funktion<sup>2</sup>, dass dieses von Harry Markowitz 1952 erstmals angewandte Kriterium noch heute in der Portfoliooptimierung zur Erfassung des Risikos dominiert. Eine wesentliche Annahme der klassischen Portfoliooptimierung ist die Normalverteilung der Renditen. Diese Annahme ist jedoch nicht stets gegeben. Nicht nur derivative Kapitalmarktinstrumente besitzen extrem schiefe Renditeverteilungen. Auch auf Aktienmärkten werden zunehmend Verteilungsschiefen gemessen.

Deshalb wird ein Kriterium zur Erfassung des Risikos in der Form der **Target-Shortfall-Probability (TSP)** vorgeschlagen, das für Investoren intuitiv verständlich ist, wie z.B. in der Form der "Verlustwahrscheinlichkeit". Darüber hinaus können mit diesem Kriterium Portfolios bestimmt werden, die auch schiefe Renditeverteilungen berücksichtigen. Die nutzentheoretische und empirische Analyse des darauf basierenden Portfolioansatzes ist **Inhalt eines Forschungsprojektes**. Die finanzielle Förderung dieses Projektes erfolgt wiederholt im Rahmen des Forschungsprogramms "Innovative Projekte" des Landes Baden-Württemberg. Ferner wird das Projekt durch das Institut für diskrete Mathematik an der Technischen Universität Darmstadt, als auch von Großbanken durch Datenbereitstellung und praxisrelevante Anregungen unterstützt.

**Die klassische Portfoliooptimierung** strebt eine Aufteilung des Investitionskapitals auf unterschiedliche Aktien so an, dass eine vorgegebene bzw. erwartete Mindestrendite  $\mu$  mit minimalem Risiko, d.h. Varianz  $\sigma^2$  erzielt wird. Variiert man die erwartete Mindestrendite  $\mu$ , so erhält man eine Menge von effizienten Portfolios, die i.d.R. im  $\mu$ - $\sigma$ -Raum dargestellt werden (vgl. Abb. 1: Linie zwischen dem Portfolio mit minimaler Varianz (MVP) und Aktie 1). Bestimmt man alle möglichen Portfolios, so entsteht eine Fläche, deren rechte Seite von einzelnen Aktien begrenzt wird.



#### Prof. Dr. Leo Schubert

Studienschwerpunkte an der Universität Augsburg: Marketing und Unternehmensforschung  
1985: Promotion über Methoden der Datenanalyse

CEO-Stabsstelle einer Großbank

(Zentrale Marketing Aufgaben)

seit 1991: Professur für Marketing an der FH Konstanz

1999: Kurzzeitdozentur zu Finanzinnovationen an der Universität von Havanna  
Forschungsschwerpunkte: Marktforschung (insb. Kapitalmarkt- und Kundenzufriedenheitsforschung)

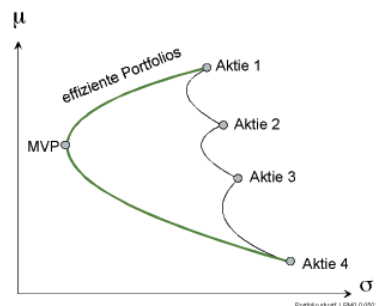


Abb. 1: Portfolios im  $\mu$ - $\sigma$ -Raum

Welches der effizienten Portfolios von einem Investor ausgewählt wird, hängt von dessen Risikobereitschaft ab. Risikoscheue Investoren werden ein effizientes Portfolio näher beim MVP wählen, risikofreudige dagegen näher bei Aktie 1.

Neuere Ansätze<sup>4</sup> versuchen die Schiefe von Verteilungen bei der Portfoliooptimierung zu berücksichtigen. Eine zentrale Stellung nehmen dabei die sog. **Lower Partial Moments (LPM)** ein. Während die LPM höherer Ordnung primär aus theoretischer Sicht ergänzend Interesse fanden<sup>5</sup>, wurden die niedrigerer Ordnung bereits einzeln praktisch getestet.

Das LPM der Ordnung 0 ( $LPM^0$ ) ist mit der **Target-Shortfall-Probability (TSP)** identisch. Bereits heute wird dieses Maß deskriptiv bei der Kontrolle des Risikos im Asset-Liability-Management der Pensionsfonds eingesetzt. LPMs beziehen sich, im Gegensatz zu den Parametern der klassischen Portfoliooptimierung, ausschließlich auf den Bereich der Wahrscheinlichkeitsfunktion unterhalb einem vorgegebenen Target  $\tau$  (vgl. Abb. 2). Ein Target stellt eine Renditeschwelle dar, deren Unterschreitung möglichst selten vorkommen soll.

Die TSP drückt die Wahrscheinlichkeit  $P(R < \tau)$  aus, d.h. die Wahrscheinlichkeit, mit der die Rendite eines Portfolios unter der vorgegebenen Target-Rendite  $\tau$  liegt.

Bei normalverteilten Renditen  $R$ , also  $R \sim N(\mu, \sigma)$ , kann diese Vorgabe des Investors als lineare Funktion ( $\mu \geq \tau - z_\alpha \sigma$ ) in der  $(\mu, \sigma)$ -Portfoliodarstellung eingezeichnet werden (vgl. Abb. 3). Der Faktor  $z_\alpha$  ist der Fraktilwert der  $N(0,1)$ -Verteilung zur Wahrscheinlichkeit  $\alpha$ .  $P_0$  ist das Portfolio mit dem höchsten Renditeerwartungswert, das der TSP-Restriktion genügt und  $P_u$  das mit dem geringsten Renditeerwartungswert. Alle Portfolios auf dieser Linie unterschreiten den Target genau mit der Wahrscheinlichkeit  $\alpha$ .

Das intuitiv verständliche und Investorenängste besser charakterisierende Risikomaß der TSP besitzt den Nachteil, dass die Verteilung der Renditen unterhalb der Target-Rendite beliebig günstig bzw. ungünstig verlaufen kann. Dieser Mangel wurde durch die Vorgabe von  $m$  Targets und entsprechenden Shortfall-Probabilities reduziert. Diese Erweiterung zu einem **TSP-Vektor**  $[\tau, \alpha]$  ist in Abb. 4 dargestellt. Bei Annahme normalverteilter Renditen (ohne Schiefe), wie in Abb. 4, wäre nur

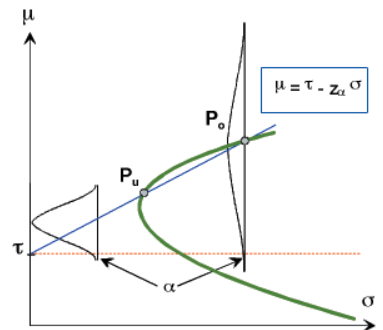


Abb. 3: TSP

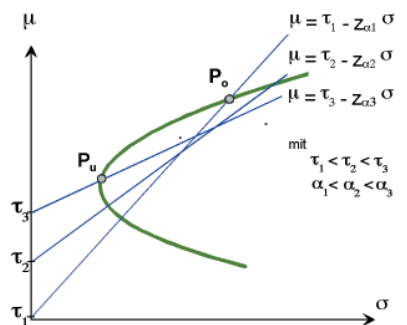


Abb. 4: TSP-Vektor

der Bereich oberhalb aller Geraden zulässig. Das Portfolio  $P_0$  besitzt unter allen zulässigen den höchsten Renditeerwartungswert und  $P_u$  ist das zulässige Portfolio mit der geringsten Rendite bzw. Varianz.

### 3. Die Mean-TSP-Vektor-Portfolio-optimierung

Die klassische Portfoliooptimierung erzeugt sog. Mean-Variance-Portfolios, da die Varianz unter Einhaltung einer vorgegebenen Mindestrendite minimiert wird. Analog kann das Modell zur Bestimmung eines Portfolios  $P_0$  (vgl. Abb. 4) als Mean-TSP-Vektor-Portfolio bezeichnet werden.

Das adäquate Optimierungsmodell<sup>6</sup> zur Maximierung des Renditeerwartungswertes unter Berücksichtigung aller TSP-Restriktionen ist diskret und linear:

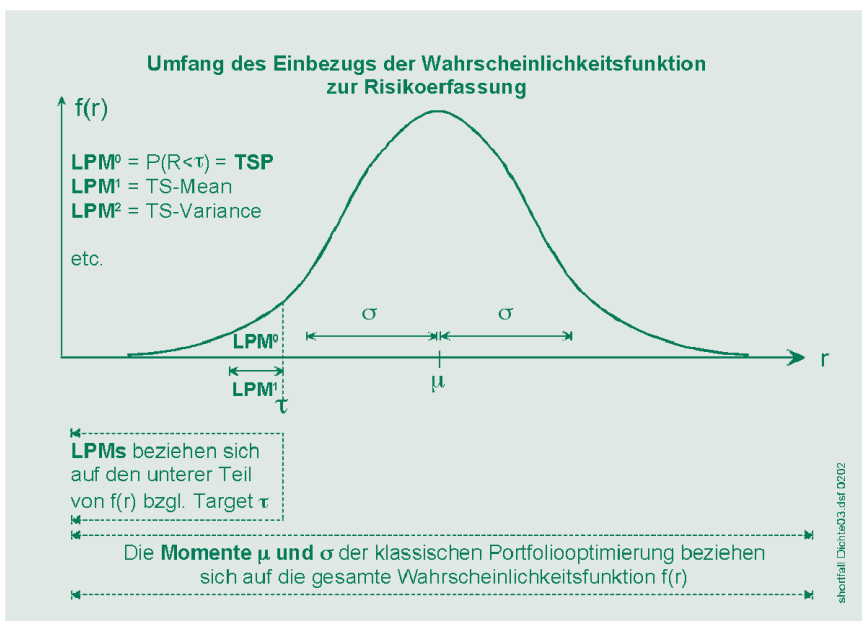


Abb. 2: Bezugsbasis klassischer- und LPM-Risikokriterien

Maximiere

$$\sum_{i=1}^n x_i \mu_i$$

unter den Bedingungen

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \text{ mit } x_i \geq 0, (i = 1, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i r_{it} \leq (1 - \delta_{tk}) M + \tau_k, (t = 1, \dots, T, k = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i r_{it} \geq \tau_k + \varepsilon - \delta_{tk} M, (t = 1, \dots, T, k = 1, \dots, m)$$

$$1/T \sum_{t=1}^T \delta_{tk} \leq \alpha_k, (k = 1, \dots, m)$$

mit

- n: Anzahl Aktien  
 m: Anzahl Targets  
 T: Anzahl Renditezeiträume mit  
 $x_i$ : Gewicht der Aktie  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) im Portfolio  
 $\mu_i$ : Renditeerwartungswert der Aktie  $i$  ( $i=1, \dots, n$ )  
 $r_{it}$ : historische Rendite der Aktie  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) im Zeitintervall  $t$  ( $t=1, \dots, T$ )  
 $\delta_{tk}$ : binäre Variable ( $t=1, \dots, T$ ) ( $k=1, \dots, m$ )  
 $\varepsilon$ : sehr kleine Zahl  
 M: sehr große Zahl  
 $\alpha_k$ : TSP  $k$  ( $k=1, \dots, m$ ) mit  $\alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_m$   
 $\tau_k$ : Target  $k$  ( $k=1, \dots, m$ ) mit  $\tau_1 < \tau_2 < \dots < \tau_m$ .

### 3.1 Nutzentheorie

Das Mean-TSP-Vektor Portfolio Modell impliziert einen Investor, dessen Nutzenfunktion  $u(R)$  den Nutzenerwartungswert<sup>7</sup>  $E(u(R)) = \mu - g_1 \alpha_1 - g_2 \alpha_2 - \dots - g_m \alpha_m$  besitzt. Der Faktor  $g_k$  drückt eine individuelle Reduktion des Nutzens des Investors bei Unterschreitung des Targets  $\tau_k$  ( $k = 1, \dots, m$ ) aus. Dieser kann auch als individueller Aufschlag bei Überschreiten einer Wunschrendite eingesetzt werden. Die zugrundeliegende Nutzenfunktion verletzt das sog. Bernoulliprinzip bzgl. der Existenz der Sicherheitsäquivalente an den Stellen  $\tau_1$  bis  $\tau_m$ . Dieser entscheidungstheoretische Makel wird jedoch durch weitere Vorteile für die praktische Anwendung kompensiert. Im Gegensatz zu den klassischen Modellen, bei denen das Risikoverhalten (risikoscheu) modellimplizit ist, wird beim Mean-TSP-Vektor-Modell durch die TSPs und die Faktoren  $g_k$  ( $k=1, \dots, m$ ) eines Investors das Risikoverhalten (z.B. risikoscheu, risikoneutral oder risikofreudig) individuell variiert.

### 3.2 Mean-TSP-Portfolios im $\mu$ - $\sigma$ -Raum

Um den Verlauf der Mean-TSP-effizienten Portfolios im  $\mu$ - $\sigma$ -Raum zu untersuchen, wurden anhand von empirischen Daten Berechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen den Verlauf der Mean-TSP-effizienten Linie und geben Hinweise auf die Rechenzeiten<sup>8</sup>, den Umfang von Mean-TSP-Portfolios und die Performance.

Als **Datenbasis** wurden die 86 größten japanischen Aktien ausgewählt, die im Zeitraum vom 5. September 1988 bis zum 1. November 1999 durchgehend an der Börse in Tokyo notiert waren. Zu diesem Zeitraum wurden auf der Basis von den 135 dividenden- und kapitalbereinigten Kursen zu jedem Monat gleitend Jahresrenditen berechnet. Die Anzahl  $T$  der dadurch zur Verfügung stehenden Jahresrenditen beträgt 123.

Zum Target von  $\tau = -5$ , konnten Portfolios zu  $\alpha = 0.11$  bis  $\alpha = 0.23$  gefunden werden (vgl. Abb. 5). Die Wahr-

scheinlichkeit, höchstens  $-5\%$  Rendite zu erzielen ist minimal ca.  $11\%$ . Das Portfolio mit dem höchsten Renditeerwartungswert, bestehend aus einer Aktie, besitzt ein  $\alpha$  von  $23\%$ . Dieses Portfolio liegt auf der durch Quadratpunkte angedeuteten Mean-Variance-effizienten Linie.

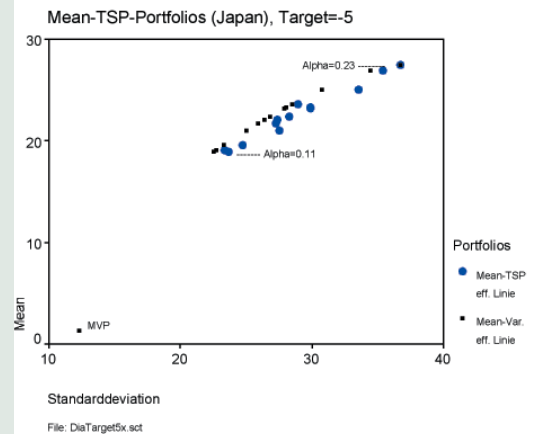


Abb. 5: Mean-TSP-Portfolios

Die durchschnittliche Erhöhung der Standardabweichung ist bei den Mean-TSP-Portfolios ca.  $6\%$  (vgl. Abb. 5). Bei Mean-Absolute-Deviation-Portfolios wird die Erhöhung der Standardabweichung im Vergleich zu den effizienten Mean-Variance-Portfolios auf über  $10\%$  geschätzt<sup>9</sup>.

Die Auswirkung der Bündelung von vier TSPs zu einem TSP-Vektor auf das resultierende Portfolio ist in Abb. 6 dargestellt. Die effizienten Portfolios zu den einzelnen TSPs sind durch Dreiecke gekennzeichnet, das TSP-Vektor-Portfolio durch einen dicken Punkt. Die vier Elemente des Vektors  $[\tau, \alpha]$  sind:  $[0, 0.25]$ ,  $[-5, 0.20]$ ,  $[-10, 0.10]$ , und  $[-20, 0.02]$ . Zudem wurden in der unteren Portfoliogruppe der Anteil einer einzelnen Aktie auf maximal  $10\%$  des Investitionsbudget beschränkt.

Das Mean-TSP-Vektor-Portfolio ist nicht (wie bei stetigen und normalverteilten Renditen) identisch mit einem der Portfolios, die nur eine TSP berücksichtigen (vgl. Abb. 6 und  $P_0$  in Abb. 4). Offensichtlich bewirkt die Verwendung eines TSP-Vektors auch eine Reduktion der Varianz.



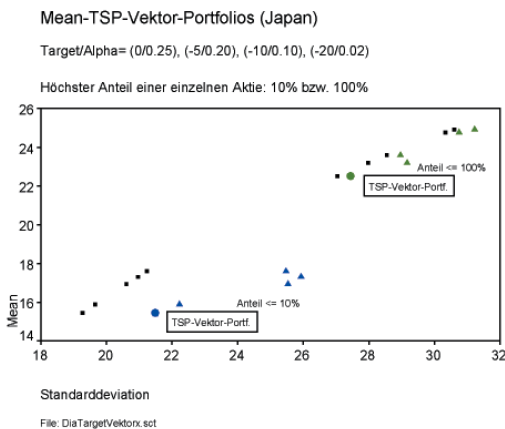


Abb. 6: Mean-TSP-Vektor-Portfolios

gen notwendig, die Anzahl der Aktien im Portfolio zu erhöhen. Die Einführung eines Limits für einzelne Aktien auf einen maximalen Anteil des Investitionsbudgets von  $p$  entspricht zwar teilweise der naiven Diversifikation, erzwingt aber ein Portfolio mit mindestens  $1/p$  Aktien. Erfahrungsgemäß wird diese Anzahl  $1/p$  um 5-10 Aktien überschritten.

Eine interessante Alternative zur Erweiterung der Aktienanzahl im Portfolio ist die Integration der TSP-Vektor-Restriktionen in andere lineare Portfolioansätze<sup>11</sup>.

Ziel des Tests war, das Rendite- und Shortfall-Verhalten bei Verwendung von TSPs bzw. von Varianz als Risikomaß in einer Baisse als auch in einer Hausse zu vergleichen. Die Ergebnisse aus den zweimal 54 Portfoliooptimierungen sind in der Tab. 2 zusammengefasst.

Wie die Tabelle "Performance" zeigt, scheinen die Mean-TSP-Portfolios in der Baisse keinen Vorteil im Vergleich zu den Mean-Variance-Portfolios zu besitzen.

T=123	Targets	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00
	Alphas	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	unzulässig
CPU-Zeit (Cplex 7.0)	1	1	7	11	11	12	17	22	22	26	41	62	20	50		

T=266	Targets	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00
	Alphas	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	unzulässig
CPU-Zeit (Cplex 7.0)	1	4	7	92	527	1121	1866	3040	1300	3877	1325	955	2517	18828		

Tab. 1: Rechenzeiten bei  $T=123$  und  $T=266$ 

### 3.3 Die CPU-Rechenzeit

Die Rechenzeit (in Sek.) zur Bestimmung der Mean-TSP effizienten Portfolios ist wesentlich höher als bei klassischen Portfoliomodellen, da das diskrete lineare Modell mittels Branch&Bound Algorithmen gelöst wird. Ein starker Einflussfaktor auf die Rechenzeit ist der Datenumfang. Bei einer Erhöhung von  $T=123$  zu  $T=266$  erhöhte sich die Rechenzeit drastisch.

### 3.4 Aktienanzahl im Portfolio

Die Verwendung der TSP als Risikokriterium hat zur Folge, dass die Anzahl der Aktien im Portfolio i.d.R. zwischen 5-10 liegt. Diese Eigenschaft wurde auch beim Risikokriterium Skewness festgestellt. Will man diese beschränken bzw. maximieren, so benötigt man lediglich ein paar Aktien<sup>10</sup>. Diese Eigenschaft scheint nicht vom Umfang der Aktienanzahl abzuhängen, aus der die Aktien ausgewählt werden sollen.

Da meist rechtliche Bedingungen die Aktiengewichte in einem Aktienfonds limitieren, ist es für diese Anwendun-

### 3.5 Performance-Test

Für einen ersten Test der Performance wurden aus den Daten zu den 681 größten japanischen Aktien, zufällig 54 mal 50 Aktien ausgewählt aus denen jeweils ein Portfolio selektiert wurde. Im Gegensatz zu klassischen Performance-Tests wurden alle Portfolios zum selben Termin (31. Oktober 1997) berechnet. Die beiden darauf folgenden Jahre waren in der ersten Hälfte durch eine Baisse und in der zweiten durch eine Hausse gekennzeichnet. Um das Mean-TSP-Portfolio mit dem Mean-Variance-Portfolio zu vergleichen wurden die durchschnittlich erzielten Renditen dieser beiden Jahre verwendet.

In der Hausse erzielten die Mean-TSP-Portfolios mit 34.82% im Durchschnitt eine höhere Rendite als die Mean-Variance-Portfolios mit 32.77%.

Obwohl die Unterschiede bei dem Testumfang von 54 Portfolios je Modell nicht signifikant waren, sind sie doch wegen ihrer Plausibilität erwähnenswert. Es scheinen sowohl die TSP-Restriktionen als auch die Minimierung der Renditevarianz die Beschränkung von Risiken zu ermöglichen (vgl. Baisse). Bei stark steigenden Kursen dagegen kann sich die Minimierung der Varianz als Nachteil herausstellen, falls die Renditeverteilungen nicht normal- bzw. symmetrisch verteilt sind.

	Mean-TSP-Portfolios	Mean-Variance-Portfolios
Durchschnittlich erzielte Rendite:		
Baisse:	-10.85%	-10.78%
Haute:	+34.82%	+32.77%
gesamt:	+9.63%	+8.83%

Tab. 2: Performance

#### 4. Zusammenfassung

Die TSP ist als deskriptives Kriterium, z.B. beim Asset-Liability-Management von Pensionsfonds bereits in der Praxis im Einsatz. Aufgrund der Rechenzeiten bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit, TSP nicht nur zu kontrollieren, sondern direkt in die Portfoliooptimierung in der Form eines TSP-Vektors zu integrieren. Die Entwicklung immer schnellerer Rechner als auch die Verbesserung der Optimierungssoftware<sup>12</sup> wird dazu beitragen, auch größere Problemstellungen in Zukunft optimieren zu können. Die flexible nutzentheoretische Eigenschaft des TSP-Vektors, seine Kombinationsmöglichkeit mit anderen linearen Modellen, die Erfassung des von Investoren intuitiv empfundenen Risikos, die Möglichkeit auch bei schiefen Verteilungen adäquate Portfolios zu ermitteln und die scheinbar günstigen Performanceeigenschaften zeigen, dass es sich schon heute lohnt längere Rechenzeiten in Kauf zu nehmen. Für nichtinstitutionelle Investoren, die nicht mehr als 10 verschiedene Aktien kaufen wollen, bietet das Mean-TSP-Vektor-Modell durch die stets geringe Anzahl der Aktien im Portfolio einen zusätzlichen Vorteil, den kaum ein anderes Portfoliooptimierungsmodell bieten kann.

#### Literaturverzeichnis:

- Duvall, R., Quinn, J. L., (1981), Skewness preference in stable markets, *Journal of Financial Research*, Vol. 4, S. 249-263.
- Engesser, K., Schubert, L., (1997), Linear Models for Portfolio Optimisation and Alternative Measures of Risk, Vortrag auf der "1. Conference of the Swiss Society for Financial Market Research", Universität St. Gallen, 10. Oktober 1997.
- Feinstein, C. D., Thapa, M. N., (1993), A Reformation of a Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model, *Management Science*, Vol. 39, S. 1552-1553.
- Kane, A., (1982), Skewness preference and portfolio choice, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 17, S. 15-26.
- Kariya, T., Tsukuda, Y., Maru, J., (1989), Variation of Stock Prices of Tokyo Stock Exchange (in Japanese), Toyo Keizai Publishing Co..
- King, A. J., (1993), Asymmetric risk measure and tracking models for portfolio optimization under uncertainty, *Annals of Operations Research*, Vol. 45, S. 165-177.
- Konno, H., Gotoh J., (2000), Third Degree Stochastic Dominance and Mean-Risk Analysis, *Management Science*, Vol. 46, No. 2, Febr., S. 289-301.
- Konno, H., Suzuki, T., Kobayashi, D., (1998), A branch and bound algorithm for solving mean-risk-skewness portfolio models, *Optim. Methods and Software*, vol. 10, S. 297-317.
- Konno, H., Shirakawa, H., Yamazaki, H., (1993), A mean-absolute deviation-skewness portfolio optimization model, *Annals of Operations Research*, Vol. 45, S. 205-220.
- Konno, H., Yamazaki, H., (1991), Mean – Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and its Applications to Tokyo Stock Markets, *Management Science*, Vol. 37, May, S. 519-531.
- Markowitz, H., (1952), Portfolio Selection, *Journal of Finance*, Vol. 7, S. 77-91.
- Schubert, L., (1994), Finanzportefeuilles mit Restriktionen, *Operations Research Proceedings*, Springer-Verlag, Berlin, S. 296-300.
- Schubert, L., (1996), Lower Partial Moments in Mean-Varianz-Portefeuilles, *Finanzmarkt und Portfolio Management*, Ausgabe 4, S. 496-509.
- Schubert, L., (2001), Lineare Portfoliooptimierung mit Target-Shortfall-Probability-Vektor, 1st Konstanz Culture Collection, FHK (vgl. [http://www.iaf.fh-konstanz.de/bericht\\_schubert\\_portfolio\\_2001.pdf](http://www.iaf.fh-konstanz.de/bericht_schubert_portfolio_2001.pdf)).
- Sharpe, W. F., (1964), Capital Asset Prices: A Theorie of markets equilibriums under conditions of risk, *Journal of Finance*, Nr. 19, S. 425-442.
- Simkowitz, M. A., Beedles, W. L. (1978), Diversification in a three moment world, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 13, S. 927-941.
- Stone, B. K., (1973), A Linear Programming Formulation of the General Portfolio Selection Problem, *Journal of Financial and quantitative Analysis*, September, S. 621-636.

- 1 Auszug aus: Schubert, L., (2001)
- 2 vgl. Markowitz, H., (1952), Sharpe, W. F., (1964)
- 3 Konno, H., Gotoh, J., (2000), S. 289; Empirische Studie zur Tokyo Stock Exchange von Kariya, T., Tsukuda, Y., Maru, J., (1989).
- 4 vgl. King, A. J., (1993), Konno, H., u.a., (1993, 1998, 2000), Stone, B. K., (1973)
- 5 vgl. z.B. Schubert, L., (1996)
- 6 vgl. Engesser, K., Schubert, L., (1997) bzw. Erläuterungen in Schubert, L., (2001)
- 7 Beweis vgl. Schubert, L., (2001)
- 8 Die Berechnungen wurden mit einem PC (Pentium III 500 MHz / 256 MRAM) mit dem linearen gemischt ganzzahligen Optimizer CPLEX 6.5.1 und z.T. mit CPLEX 7.0 durchgeführt.
- 9 Konno, H. u.a. (1991) bzw. (1993), S. 211
- 10 vgl. Simkowitz, M.A., u.a. (1978), Duvall, R., u.a., (1981), Kane, A., (1982)
- 11 vgl. Konno, H. u.a., (1991), Feinstein, C. D., u.a., (1993)
- 12 Das Institut für Diskrete Mathematik an der Universität Darmstadt erforscht Möglichkeiten, um Problemstellungen mit TSP-Restriktionen schneller zu lösen.

&lt;



## Wärmebehandlung ist unsere Stärke!

Der Name Bodycote Metal Technology steht für erstklassige Dienstleistung in den Bereichen:

- Wärmebehandlung und Fügetechnik
- Heiß-Isostatisches Pressen
- Metallische Beschichtung
- und Materialprüfung



Weltweit ist Bodycote an über 190 Standorten in 20 Ländern vertreten. Allein in Deutschland, den Niederlanden und Liechtenstein verfügt Bodycote über ein Netzwerk von 22 Betrieben mit insgesamt 800 Mitarbeitern.

Der Bereich Wärmebehandlung bietet eine Vielzahl von Verfahren an. Die klassische Wärmebehandlung (z.B. Einsatzhärten, Vakuumwärmebehandlung) ist dabei ebenso vertreten, wie Neuentwicklungen (z.B. Corr-I-Dur®), die den gesteigerten Anforderungen unserer Kunden im internationalen Wettbewerb gerecht werden.

Bodycote Kunden profitieren von unserer langjährigen Erfahrung und dem Know-How als vielseitigster Anbieter von Wärmebehandlungsverfahren in ganz Europa.

Der Einsatz hochmoderner und umweltfreundlicher Anlagen garantiert nicht nur die effiziente Behandlung der Kundenteile auf dem neuesten Stand der Technologie, sondern bietet auch maßgeschneiderte Lösungen für individuelle Neuentwicklungen.

**Partnership for Quality** steht bei Bodycote für eine enge Kooperation mit dem Kunden. Gemeinsam erreichen wir eine ständige Optimierung Ihrer Produkte!

### **BODYCOTE Wärmebehandlung GmbH**

Buchwiesen 6 • D-73061 Ebersbach a.d. Fils  
Tel.: + 49 (0) 71 63 103-120 • Fax: + 49 (0) 71 63 103-221  
eMail: [info@bodycote.de](mailto:info@bodycote.de) • <http://ceg.bodycote.com>

# E-Learning an der Fachhochschule Konstanz: Das WEB.MBA-Projekt

von Prof. Peter Franklin, M.A.

Die Förderung des Einsatzes der neuen Medien " [...] in der Lehre durch verstärkte Einbindung multimedialer Lernbausteine" ist im Struktur- und Entwicklungsplan (S. 165) der Fachhochschule Konstanz als eines der zwölf strategischen Ziele der kommenden fünf Jahre erklärt worden. Es sollen nach und nach immer mehr multimediale, internet-basierte Lernbausteine entwickelt und in der Lehre eingesetzt werden. Als kleiner Schritt auf dem wohl langen, steinigen und teuren Weg zur virtuellen Hochschule ist das WEB.MBA-Projekt zu sehen, das im Rahmen des Hochschul- und Wissenschaftsprogramms gemeinsam vom Bund und Land Baden-Württemberg mit EUR 433.000 finanziert wird.

Ziel des WEB.MBA-Projektes ist es, internetgerecht didaktisierte Inhalte für Lehrveranstaltungen in den kürzlich eingerichteten MBA-Studiengängen des Fachbereiches Wirtschafts- und Sozialwissenschaften zu entwickeln und sie für den Einsatz auf einer virtuellen Lernplattform zu medialisieren. Zu diesem Vorhaben gehören einerseits die Entwicklung und Umsetzung einer internet-basierten Lernumgebung für die virtuellen Lerner und andererseits – und besonders wichtig – die Entwicklung von Autorenwerkzeugen, die es auch mediendidaktisch und -technisch nicht versierten Lehrenden ermöglichen, mediendidaktisch fundierte, interaktive sowie multimedial ansprechende Lernmaterialien zu entwickeln. Die Erstellung entsprechender Lerninhalte stellt das dritte Teilziel des Projektes dar, das angesichts des allgemeinen beklagten Mangels an angemessenen 'digital content' im Bildungsbereich wohl das wichtigste ist.

Die (medien)didaktische Orientierung richtet sich im WEB.MBA-Projekt auf die Entwicklung und Umsetzung sogenannter 'blended learning'-Lernarrangements, d. h. einer Mischung von Prä-

senz- und Online-Lernformen. Die Online-Lernformen beinhalten eine Reihe von internetgerechten Vermittlungs- und Kommunikationsformen (z.B. Hypertext, interaktive Übungen, virtuelles Klassenzimmer, Text-Chats, Whiteboarding, Foren, Email), die einerseits die effektive und effiziente Vermittlung der Lerninhalte und andererseits Diskurs- und Feedbackmechanismen ermöglichen.

Darüber hinaus sollen die angebotenen Kommunikationswerkzeuge die in den Präsenzphasen etablierte 'Wissens- und Lerngemeinschaft' unterstützen und ergänzen. Dieser angestrebte Effekt bildet den Kontrapunkt zur ansonsten häufig bemerkten Flüchtigkeit und Fragilität sozialer Gemeinschaften im Internet und schafft die Voraussetzung, damit sich die Lerngemeinschaft inhaltlich, organisatorisch und die Qualität der Sozialbeziehungen betreffend qualitativ verbessern und weiter differenzieren kann. Das Ergebnis soll eine Gemeinschaft sein, die also nicht nur im herkömmlichen Sinne lernt, sondern auch untereinander informell kommuniziert und sich über einen regen Informations- und Erfahrungsaustausch im informellen Beziehungsgeflecht der Mitglieder gegenseitig hilft und ergänzt. Es soll also tatsächlich eine Art virtuelle Hochschule entstehen.

Mit dieser Zielsetzung schließt sich der hier vertretene Ansatz an das Konzept der Knowledge Community an, eine mediengestützte und auf dem Internet basierende, innovative und bisher nur wenig erprobte Form der informellen sowie formellen Wissensbeschaffung und Vermittlung zugleich. Technischer Kern einer Community ist eine interaktive, auf die Organisation von Gruppen- und Individualkommunikation optimierte Datenbanktechnologie (Client-Server-Software), die sich in ihren Ausgestaltungsstrukturen an den Ideen



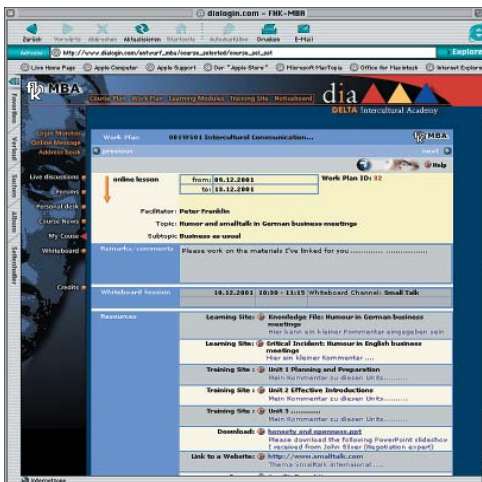
**Prof. Peter Franklin**

ist Professor für Wirtschaftsenglisch und interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation im FB Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der FH Konstanz. In seinen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten beschäftigt er sich mit dem Einfluss von kulturbedingten Normen, Werten und Einstellungen auf Kommunikation und Kooperation im internationalen Wirtschaftsleben.

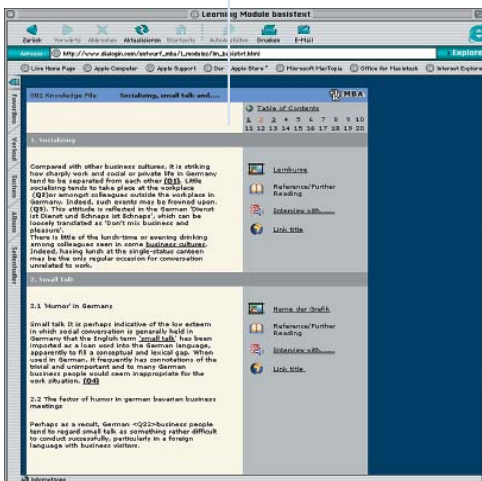
orientiert, wie sie beispielsweise von Hagel und Armstrong (1997 dargestellt und von Franklin, Reichelt und Zitzen (2001) weiterentwickelt worden sind.

Höchst zeitaufwendig und wesentlicher Bestandteil des Projektes ist die Erstellung von internetgerecht didaktisierten Lerninhalten. Im Gegensatz zu vielen Entwicklungsvorhaben im Bereich Internet und Multimedia, wo medientechnische Belange oft dominieren, soll hier der Aufwand hinsichtlich Technik und Medien einerseits und hinsichtlich Inhalten andererseits in einem ausgewogenen Verhältnis zu einander stehen. Anhand von im Projekt speziell zu entwickelnden Autorenwerkzeugen, die auch von medientechnischen Nichtexperten leicht zu bedienen sein sollen, werden Online-Lernmodule für fünf 'Lehrveranstaltungen' in den MBA-Studiengängen erstellt. Diese Module, die nur inhaltlich und nicht formell oder didaktisch dem konventionellen Vorlesungsskript ähneln können, bestehen aus besonderen Hypertexten und Übungen, die





Ein Überblick über den Ablauf einer Lernphase



Eine Hypertextseite mit Links zu vertiefenden medialisierten Inhalten

einerseits durch Glossare, Zitate und Literaturempfehlungen unterstützt und andererseits durch eine Vielzahl von anderen Lernressourcen in medial angemessener Form, z. B. Audio- und Video-Sequenzen mit Experteninterviews und Vortragsausschnitten, Graphiken, kommentierte Internet-Verknüpfungen zu frei verfügbaren Wissensbeständen, ergänzt werden können.

Bei den zu entwickelnden und zu medialisierenden Inhalten handelt es sich einerseits um englischsprachige Online-Veranstaltungen zum Thema 'Internationales und Interkulturelles Management', andererseits um Kurse zum Erwerb der Fachsprache Wirtschaftsendgisch. So sollen die zu entwickelnden Lerninhalte thematisch sowie sprachlich-kulturell die internationale Orientierung der vermittelten MBA-Qualifizierung erhöhen und außerdem zur weiteren Internationalisierung der Fachhochschule Konstanz beitragen.

Weitere wesentliche Elemente des Projektes sind die Entwicklung und Umsetzung der für die Gestaltung der Lernumgebung notwendigen Learning- und Content-Management-Systeme. Hiermit werden die nach diesem Konzept teilweise in konventionellen Präsenzveranstaltungen und teilweise als Online-Dozenten/innen fungierenden Lehrenden die genaue Zusammensetzung der Lerninhalte durch die Bereitstellung der Lernmodule sowie die Vermittlungs- und Kommunikationsformen ihrer Lehrveranstaltung als 'blended-learning'-Szenario bestimmen und online in die Tat umsetzen können.

Die im WEB.MBA-Projekt zu entwickelnde Lernumgebung und die darin angebotenen Online-Lehrveranstaltungen werden in einer 'restricted access sub-community' in der Delta Intercultural Academy (unter [www.dia-login.com](http://www.dia-login.com) zugänglich), angesiedelt. Die Delta Intercultural Academy ist eine vom Projektleiter mitentwickelte und von der Fachhochschule Konstanz in der Startphase unterstützte, sog. virtuelle Wissens- und Lerngemeinschaft mit mehr als tausend Mitgliedern in

aller Welt, die sich für das Thema 'Interkulturelle Kommunikation in Wirtschaft und Management' interessieren.

Diese Kooperation bedeutet, dass die Studierenden ihre virtuellen Veranstaltungen auf einem international angelegten 'Campus' belegen, auf dem sie Zugang zu thematisch relevanten Wissensbeständen, Archiven und Austauschmöglichkeiten wie Foren und Chats haben und auf dem sie gezielt oder zufällig anderen Studierenden, Experten oder Praktikern auf der ganzen Welt begegnen können – in der Tat eine virtuelle Akademie. Wie in einer konventionellen Hochschule wird der formelle Lehr- und Lernprozess im WEB.MBA in den nur der Lerngruppe zugänglichen virtuellen Räumen vollzogen. Ein fast genauso wichtiger, informeller Lernprozess – ebenfalls wie in einer herkömmlichen Universität – findet auf dem breiteren Campus statt, ein Vorgang, der in den Fachhochschulen vielleicht zu kurz kommt und durch die Kommunikationsmöglichkeiten der virtuellen Welt unterstützt und verstärkt werden könnte.

- 1 Mitarbeiter/innen im Projekt sind Corinna Hartmann, Keith Jackson und Patrik Schulz. Beauftragter Autor ist Jeremy Comfort, York Associates, York, U.K.
- 2 Vgl. Hagel, John & Armstrong, Arthur G.: NetGain. Boston, MA, 1997
- 3 Franklin, Peter, Reichelt, Wolfgang & Zitzen, Michaela: 'Wenn Interkulturalisten nur wüßten, was Interkulturalisten wissen ...': Die Knowledge Community als Vehikel der formellen und informellen Aus- und Weiterbildung'. In: Claes, Marie-Thérèse, et al (eds.): Cultural Identity and Diversity in Building Europe, Brussels, 2001

# Projekte

## Forschungen zur neueren Architekturgeschichte

Unter dem Aspekt einer zunehmenden Bedeutung des Bauens im Kräftefeld historischer Bausubstanz für den Architekten von heute, auch aber unter dem Aspekt eines erweiterbaren Spektrums der Architektentätigkeit nach Abschluss des Studiums, werden im Rahmen des Projektes die Grundlagen des architektonischen Wirkens in der Gegenwart untersucht, die aus den verschiedenen Architekturwegen, insbesondere des späten 19. und des 20. Jahrhunderts, hier bis in die fünfziger Jahre hinein, herausgefiltert werden sollen. Diese Forschungen zur Entstehung der modernen Architektur sollen die Notwendigkeit einer engen Verknüpfung verschiedener Disziplinen,

## Architektur und Gestaltung

etwa die der Bauingenieure, der Denkmalpfleger, der Historiker und der Architekten aufzeigen sowie die Unabdingbarkeit der vertieften Kenntnis neuerer Architekturgeschichte zur Gestaltung einer aktuellen und doch über dem Fluss des Modischen stehenden Architektur, zur Ausbildung einer eigenen, genuinen Formsprache.

Prof. Dr. Immo Boyken  
Tel.: +49 7531 206-199  
e-Mail: boyken@fh-konstanz.de

## Archiv für Architektur- und Bauingenieurwesen

An der FH Konstanz ist ein Archiv für Architektur- und Bauingenieurwesen eingerichtet worden, in dem schwerpunktmäßig - aber nicht ausschließlich - aus der Region Bodensee Materialien zum gegenwärtigen und vergangenen Architektur- und Bauingenieurgeschehen zusammengetragen, bewahrt, dokumentiert und wissenschaftlich aufgearbeitet werden sollen. Das Archiv steht allen an Lehre und Bauforschung Interessierten offen. Seine Aufgabe ist, durch die Ausrichtung auf eine überschaubare Region größere Flexibilität, Überschaubarkeit und Effektivität zu erreichen sowie die Gemeinsamkeiten der Disziplinen Architektur und Bauingenieurwesen



**TOX-Dübel schaffen Verbindungen die halten – Grundlage hierfür: kontinuierliche Forschung und Technische Weiterentwicklung!**



**Die Fachhochschule Konstanz und TOX – Gemeinsam sichern wir den Fortbestand dieser notwendigen Grundlagen!**

## TOX-DÜBEL-WERK

R. W. Heckhausen GmbH & Co. KG • Überlinger Str. 11 • 78351 Bodman-Ludwigshafen

Tel.: 07773/809-0 • Fax: 07773/809-190 • [www.tox.de](http://www.tox.de) • [info@tox.de](mailto:info@tox.de)

**HOTLINE! - Ihre Beratung für alle Befestigungsprobleme:**

**01805 – TOXWERK** oder 01805 – 86 99 37

(Mo. bis Fr.: 7:00 - 17:00 Uhr; 0,12 €/Min.)

sichtbarer werden zu lassen. Der gegenwärtige Bestand - Materialien zur deutschen expressionistischen Architektur, zur 'Stuttgarter Schule' um Paul Bonatz und Paul Schmitthenner, zur Architektur der ersten Jahre nach 1945, zu Eisen- bzw. Stahlbrückenkonstruktionen, eine umfangreiche Groß-Diapositiv-Sammlung mit Originalaufnahmen vorwiegend zur Architektur der zwanziger Jahre sowie Möbel von Egon Eiermann - beruht auf Legaten von privater Hand. Zusammenhängende Plankonvolute führender Architekten sind zugesagt.

Prof. Dr. Immo Boyken  
Tel.: +49 7531 206-199  
e-Mail: boyken@fh-konstanz.de

## Bauingenieurwesen

### **RALV - Rapid Analysis of Luminosity Variation - Schnelle Messapparatur zur Überprüfung der Lichtstärkeverteilung**

Es werden Geräte und Messtechnik zur schnellen Erfassung von Abstrahlcharakteristiken von Materialien und Leuchten entwickelt. Als Basis dient die CCD-Technik, welche durch schnelle Leuchtdichtemessungen realisiert werden kann. Die durch die Materialien und Leuchten abgestrahlte Lichtleistung wird auf einen diffusen Projektionsschirm gebracht, durch die CCD-Kamera und eine anschließende Auswertesoftware wird die korrekte Abstrahlcharakteristik ermittelt. Durch gezielte Alterung und anschließende Messungen der optischen Eigenschaften mit der erstellten Messtechnik können Aussagen über die optische Langzeitstabilität getätigt werden. Untersuchungen zu Leuchten im Nahfeld stellen aufgrund der verstärkten Entwicklung von indirekten Leuchten eine neue Aufgabenstellung der Lichtmess-

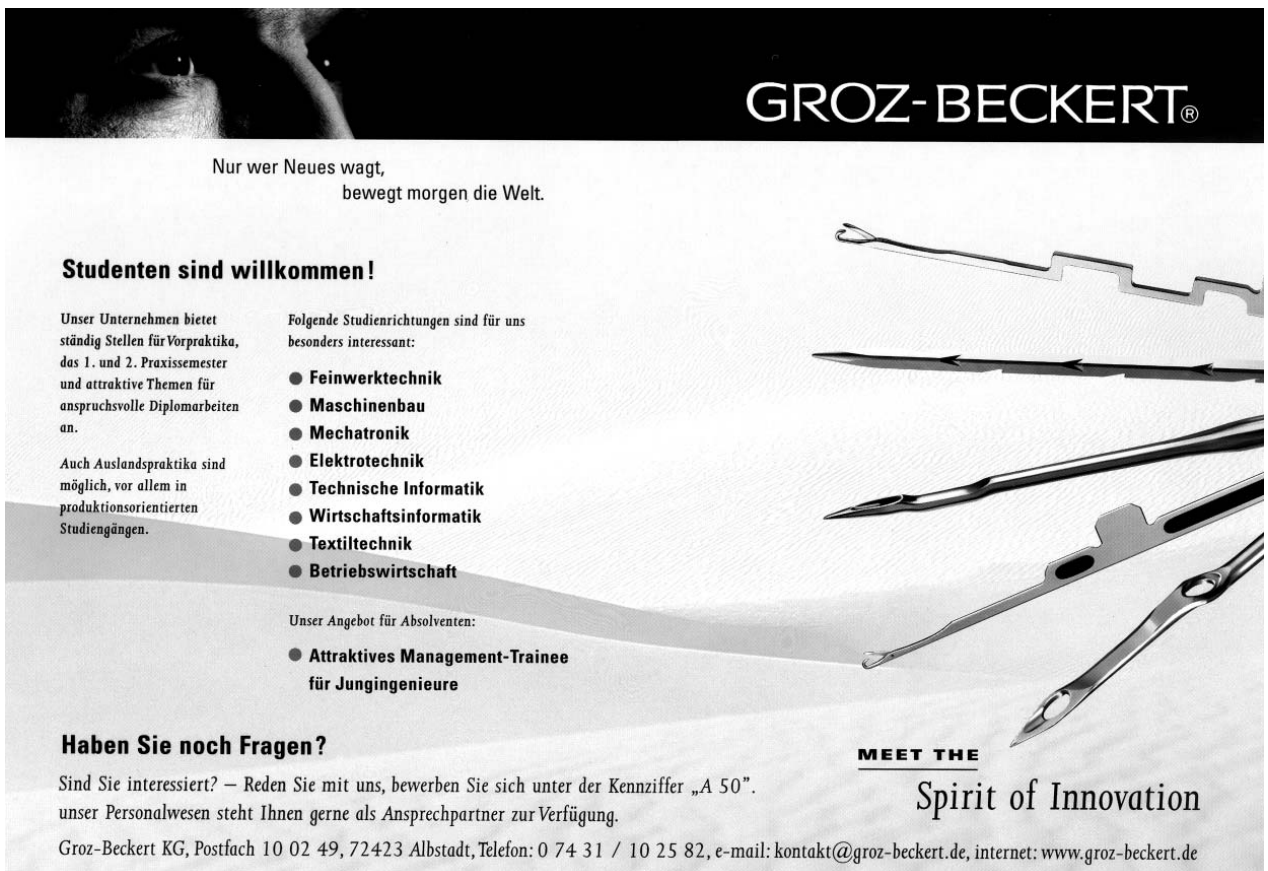
technik dar. Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Entwicklung von Methoden und Geräten für den Einsatz in der Qualitäts- und Produktionskontrolle.

Prof. Dr. Bernd Jödicke  
Tel.: +49 7531 206-345  
e-Mail: joedicke@fh-konstanz.de

### **r.vipar - räumliche Visualisierung physikalischer Parameter in der Architektur**

Aus Teillösungen aus dem Bereich der 3D-Visualisierung wird ein System aufgebaut, mit dem die räumliche Darstellung physikalischer Daten in der Architektur möglich ist. Die Schnittstellen und das System sind so zu erstellen, dass Immersion und Interaktivität möglich sein soll. Es ist zu prüfen, welche Darstellungsformen geeignet sind.

Prof. Dr. Bernd Jödicke  
Tel.: +49 7531 206-345  
e-Mail: joedicke@fh-konstanz.de



**GROZ-BECKERT®**

Nur wer Neues wagt,  
bewegt morgen die Welt.

**Studenten sind willkommen!**

Unser Unternehmen bietet ständig Stellen für Vorpraktika, das 1. und 2. Praxissemester und attraktive Themen für anspruchsvolle Diplomarbeiten an.

Auch Auslandspraktika sind möglich, vor allem in produktionsorientierten Studiengängen.

Folgende Studienrichtungen sind für uns besonders interessant:

- **Feinwerktechnik**
- **Maschinenbau**
- **Mechatronik**
- **Elektrotechnik**
- **Technische Informatik**
- **Wirtschaftsinformatik**
- **Textiltechnik**
- **Betriebswirtschaft**

Unser Angebot für Absolventen:

- **Attraktives Management-Trainee für Jungingenieure**

**Haben Sie noch Fragen?**

Sind Sie interessiert? — Reden Sie mit uns, bewerben Sie sich unter der Kennziffer „A 50“. unser Personalwesen steht Ihnen gerne als Ansprechpartner zur Verfügung.

Groz-Beckert KG, Postfach 10 02 49, 72423 Albstadt, Telefon: 0 74 31 / 10 25 82, e-mail: kontakt@groz-beckert.de, internet: www.groz-beckert.de

**MEET THE**  
**Spirit of Innovation**

# Elektrotechnik und Informationstechnik

## Aktivierung von Retentionsraum in Abwasserkanälen

Bei der Entwässerung von Siedlungsgebieten sind teure Maßnahmen zum Schutz der Siedlungen und der Gewässer vor Hochwasser und Schmutzstoffen erforderlich. Mit den Zielsetzungen "Kosteneinsparung" und "Verbesserung des Gewässerschutzes" wurde das Verfahren des "Hydrostyx-gebremsten Abflusses" entwickelt. Bei der Hydrostyx-Abflussbremse handelt es sich um eine technische Einrichtung, die wegen ihrer Einfachheit ein preiswertes Drosselorgan im Abwasserkanal darstellt, das ohne Fremdenergie weitgehend wartungsfrei und betriebssicher funktioniert. Die Hydrostyx-Abflussbremse kann sowohl in bestehende als auch in neue Abwasserkanäle eingebaut werden. Da Abflussdrosselung und Hochwasserentlastung in einer technischen Einrichtung kombiniert sind, ist die Hydrostyx-Abflussbremse nicht mit anderen auf dem Markt vorhandenen Drosselvorrichtungen vergleichbar. Es werden durch hydraulische Untersuchungen im Wasserbaulabor und durch Auswertung der Naturmessungen gesicherte hydraulische und hydrologische Bemessungsgrundlagen für die Neuentwicklung erarbeitet. Die Untersuchungen liefern auch die Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Beurteilung des neuen Verfahrens.

Prof. Dr. Werner Lutz  
Tel.: +49 7531 206-218  
e-Mail: wlutz@fh-konstanz.de

## ED-TRA 2000 - Engineering-Desktop-Anwendungen zur Tragwerksplanung

Im interdisziplinären Projekt EDATRA werden Engineering-Desktop-Anwendungen zur Tragwerksplanung im Bauingenieurwesen auf der Basis modernster Softwaretechnologien konzipiert und in JAVA und VBA entwickelt.

Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle  
Tel.: +49 7531 206-212 / 164  
e-Mail: werkle@fh-konstanz.de

## MODES, Modellierung von Energiesystemen

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Modellen, Verfahren und Vorgehensweisen bis hin zu CAE-Werkzeugen zur Simulation und Optimierung des Energieversorgungssystems von Gebäuden mit folgenden innovativen Aspekten: Integrierte Betrachtung elektrischer und thermischer Energieversorgungen (aktiv und passiv); Kombination von herkömmlichen mit erneuerbaren Energieträgern; Numerische mehrkriterielle (technische und energie-wirtschaftliche) Bewertung von Energieversorgungssystemen; Einsatz intelligenter Leitsysteme mit Erzeugungs-, Last- und Verbrauchsmanagement; Behandlung von technischen und energiewirtschaftlichen Unschärfeproblemen bei Planung und Betrieb/Nutzung der Gebäude.

Prof. Dr.-Ing. Christian Schaffrin  
Tel.: +49 7531 206-406  
e-Mail: iaf-ewis@fh-konstanz.de

## Vorprojekt E-Commerce/E-Business Deutschland-China für KMU's

Ziel des Vorhabens ist die Integration heterogener Informationsstrukturen für Fach- und Wirtschaftsinformationen in und aus China in eine homogene Informationsdarstellung für in Deutschland und China tätige Unternehmen auf einer gemeinsamen deutsch-chinesischen E-Commerce-Plattform. In dem Vorprojekt soll der deutsch-chinesische E-Commerce-Markt durch Schaffung einer standardisierten elektronischen Plattform für Geschäftsbahnungen und -abwicklungen mit regionalen Schwerpunkten entwickelt und Umsetzungsmaßnahmen zur Beteiligung deutscher KMU ausgearbeitet werden.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Thomassen  
Tel.: +49 7531 206-254 / 163  
e-Mail: thomasse@fh-konstanz.de

## Verbund Virtuelles Labor

Das Projekt VVL hat 9 Teilprojekte. Davon werden an der FH Konstanz die Teilprojekte Bildverarbeitung, Automation, Kommunikation und Didaktik durchgeführt. Die Grundlagen und Verfahren der 3D-Bildverarbeitung werden mit Hilfe eines ferngesteuerten Labor-Aufbaus theoretisch und experimentell unterrichtet. Im Teilprojekt 'Automation' wird der Aspekt 'Regelkreis' durch Simulation und Experimente an einer realen stromrichter-gespeisten elektrischen Maschine gelehrt. Das Teilprojekt 'Kommunikation' befasst sich mit den technischen und organisatorischen Herausforderungen, die ein echtes virtuelles Projektteam hervorruft. Im Teilprojekt 'Didaktik' wird die Aufbereitung für Teile der zu realisierenden Teilprojekte geleistet. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungswerte sollen Transferkriterien für weitere Projekte entwickelt werden. URL des Projektes: <http://www.vvl.de>

Prof. Dr. Richard Leiner  
Tel.: +49 7531 206-244  
e-Mail: leiner@fh-konstanz.de

## Untersuchung betriebsgealterter Mittelspannungskabel mit Kunststoffisolation bei Beanspruchung mit netzfrequenter und VLF-Prüfspannung mittels Teilentladungsmessung

Zur Abschätzung von Restlebensdauern und zur Ortung gefährdeter Stellen in Kabeln zur Energieverteilung werden bisher im Wesentlichen Stehspannungsprüfungen durchgeführt. Die Überbeanspruchung während der Stehspannungsprüfung kann auch zum Entstehen neuer Fehler führen, also eine Reduktion der Restlebensdauer bewirken. Ziel der Untersuchung ist, ob die Prüfung auch durch Teilentladungsmessung zuverlässig durchgeführt werden kann. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit Betreibern von Energieversorgungsnetzen und Herstellern von Prüfgeräten durchgeführt.

Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt  
Tel.: +49 7531 206-510  
e-Mail: gvoigt@fh-konstanz.de



## Informatik

### Lösung von Systemen algebraischer Gleichungen

Im Projekt werden Systeme von algebraischen Gleichungen numerisch mittels Bernstein-Entwicklung gelöst. Grundlage hierzu ist die Entwicklung eines Polynoms in mehreren Variablen in Bernstein-Polynome. Das entwickelte Verfahren liefert drei Arten von Quatern, nämlich solche, die keine Lösung enthalten, die mindestens eine Lösung enthalten, von denen (noch) nicht feststeht, ob sie eine Lösung enthalten. Mit Hilfe dieser Quader kann eine innere und eine äußere Approximation der Lösungsmenge des Systems angegeben werden.

Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Garloff  
Tel.: +49 7531 206-597 / 627  
e-Mail: garloff@fh-konstanz.de

### BeFITT' eine Methode zur nutzen orientierten Einführung unternehmensweiter Informationssysteme

Anstrengungen der Unternehmen, IT-unterstützte Geschäftsprozesse zu optimieren, werden häufig durch die bestehenden Informationssysteme (IS) behindert. Diese Systeme sind gekennzeichnet durch hohe Heterogenität, geringe Integration und veraltete Technologie. Dies erklärt die derzeit große Zahl derartiger Projekte in den Unternehmen (Bsp: SAP- oder Baan-Einführungen). Doch die Praxis zeigt, dass die Einführung unternehmensweiter, integrierter IS, basierend auf Standardsoftware, kein einfaches Unterfangen ist. Die Einführung unternehmensweiter, integrierter IS ist untrennbar mit organisatorischen Veränderungen und der Optimierung der Geschäftsprozesse verbunden. Die daraus resultierende Komplexität erfordert eine fundierte methodische Unterstützung.

Im Projekt BeFITT wird in enger Kooperation mit einer Consulting Company eine Methode entwickelt, die die Einführungszeiten und - aufwendungen bei komplexen IT-befähigten Veränderungsprojekten verringert und einen ertragsmaximalen Nutzen erzielt.

Prof. Dr. Reiner Martin  
Tel.: +49 7531 206-500  
e-Mail: rmartin@fh-konstanz.de

### Business-Komponenten-Architektur und Framework für Web-Browser- und Applet-basierende unternehmensweite Anwendungen mit Enterprise JavaBeans

Das Vorhaben hat das Ziel, eine einheitliche Business-Komponenten-Architektur für Web-Browser- und Applet-basierende unternehmensweite Anwendungen mit Enterprise JavaBeans zu erstellen, mit der Unternehmen, die Internet- bzw. Intranet-Anwendungen für e-Business und e-Commerce erstellen, ihre Geschäftsprozesse möglichst schnell und einfach implementieren können. Die erstellten Komponenten sollen sich in verschiedenen Geschäftsvorfällen und Anwendungen wiederverwenden lassen. Unterstützende Werkzeuge wie etwa ein Klassen-Framework, das zur Erstellung anwendungsspezifischer Komponenten benutzt wird, sollen die Entwicklung der Komponenten erleichtern und vereinfachen. Anhand von Demonstrationsanwendungen, die sich in einem größeren, realitätsgetreuen Rahmen bewegen sollen, wird der Einsatz der Komponentenarchitektur und Werkzeuge evaluiert und demonstriert, so dass die in diesem Projekt entwickelte Architektur und Komponentenstruktur möglichst einfach, leicht und schnell in die Praxis transferiert werden können.

Prof. Dr. rer. nat. Hans-Albrecht Schmid  
Tel.: +49 7531 983-639  
e-Mail: schmidha@fh-konstanz.de  
URL des Projektleiters:  
<http://www-home.fh-konstanz.de/~schmidha/>

### Marktstudie Wissenschafts- und Wirtschafts-Portal Baden-Württemberg/Shanghai

Das Institut für Angewandte Forschung der Fachhochschule Konstanz plant in Zusammenarbeit mit der Stadtregierung von Shanghai die Einrichtung eines Wissenschafts- und Wirtschafts-portals. Baden-württembergische Firmen, die an einer Zusammenarbeit mit Partnern im Raum Shanghai interessiert sind, können sich im Rahmen des Wirtschaftsportals mit ihrem Produkt- und Leistungsspektrum zweisprachig englisch/chinesisch präsentieren. Auf der anderen Seite präsentieren sich alle Unternehmen aus dem Raum Shanghai, die an einer Zusammenarbeit mit baden-württembergischen Unternehmen interessiert sind. Das Portal soll interessierten baden-württembergischen Unternehmen im Rahmen dieses Modellprojektes die Möglichkeit bieten, die Markterschließung sowie die Anbahnung von Geschäftsbeziehungen in der Region Shanghai zu erleichtern.

Prof. Dr. Reinhard Nürnberg  
Tel.: +49 7531 206-645  
e-Mail: nurnberg@fh-konstanz.de

## Maschinenbau/ Konstruktion und Verfahrenstechnik

### Wasserstrahlfräsen als Verfahren zur medizinischen Knochendurchtrennung

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wird ein medizinisch-technisches Gerät entwickelt, welches unter Verwendung der Wasserstrahltechnik ein gefäß- und zellschonendes Knochendurchtrennen ermöglicht.

Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch  
Tel.: +49 7531 206-390  
e-Mail: butsch@fh-konstanz.de

### Intelligente elektromechanische Schließeinheit für Spritzgießmaschinen

Vollelektrische Spritzgießmaschinen sind ressourcensparend, geräuscharm und exakt regelbar. Aus technischer Sicht ist die Weiterentwicklung der Lineartechnik bei vollelektrischen Maschinen erforderlich. Dazu bietet sich die Optimierung eines neuartigen Teleskopaktuators an. Mit Hilfe eines in den Aktuator integrierten Wolfstrom-Schaltgetriebes können hohe Kräfte und dynamische Bewegungsabläufe realisiert werden. Die intelligente Auswertung von Sensorsignalen macht eine Prozessoptimierung möglich.

Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch  
Tel.: +49 7531 206-390  
e-Mail: butsch@fh-konstanz.de

### Mechatronische Osteosyntheseplatte

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer vollimplantierten, mechatronischen Osteosyntheseplatte zur Verlängerung kleiner Knochen, bestehend aus einer miniaturisierten Abtriebseinheit auf Basis handelsüblichen Formgedächtnisdrahtes, einer Induktionsspule mit Elektronik zur gezielten Beheizung der Formgedächtnisdrähte, sowie Sensorik zur Kraft- und Wegmessung. Durch die völlig neuartige Verwendung von Formgedächtnisdraht mit einem Sperrklinkenmechanismus wird die Anwendung auf den Gebieten der Hand- sowie Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie ermöglicht werden. Die korrekte Funktionsweise der mechatronischen Osteosyntheseplatte wird nach erfolgreichen Prüfstandsversuchen auch an Kaninchen getestet werden.

Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch  
Tel.: +49 7531 206-390  
e-Mail: butsch@fh-konstanz.de

### Verfahren zu Schwermetall-elimination aus sauren Beizabwässern - Optimierung der mikrobiellen Prozesse

Aus sauren Beizabwässern werden zwei 2-stufige Laborreaktoren aufgebaut und betrieben, um in diesem Maßstab die zur Reinigung der Abwässer notwendigen mikrobiologischen physikalisch-chemischen und biophysikalischen Prozesse zu optimieren. Schadstoffabbau, Schwermetallausfällung und Biosorption werden in einem Durchflusssystem so aufeinander abgestimmt, dass bei minimaler Verweilzeit die mikrobiellen Umsetzungen von Nitrat zu molekularem Stickstoff (Denitrifikation) und von Sulfat zu Sulfid (Sulfatreduktion) ablaufen und dabei die Schwermetalle als Sulfide, Hydroxide oder Carbonate ausgefällt werden. Die auf der Laborreaktorebene gewonnenen Erkenntnisse werden in den Technikumsmaßstab (100 l) übertragen.

### Starker Partner der Region

Müller Weingarten ist einer der weltweit führenden Systemanbieter für innovative Anlagen und Verfahren zum Umformen metallischer Werkstoffe insbesondere im Automobilbau. Als Technologiekonzern mit langer Tradition vor Ort und namhaften Auftraggebern in der ganzen Welt verbinden wir lokale Verankerung und globale Tätigkeit zu einem Mehrwert für Mitarbeiter, Kunden und Unternehmen.

In Kooperation mit Hochschulen baut Müller Weingarten die Technologieführerschaft konsequent aus und fördert den Nachwuchs für die anspruchsvollen Aufgaben der Zukunft. Etwa 2.500 Mitarbeiter sind mit ausgeprägtem Teamgeist am Unternehmenserfolg beteiligt. Ihre Motivation sichern wir durch außergewöhnliche Konzepte beispielsweise in einer individuellen berufsbegleitenden Weiterbildung und einer attraktiven Altersversorgung.



Form Follows Technology



Durch unsere Erfolge im Markt wachsen wir weiter und verstärken uns mit qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, aktuell für folgende Positionen:

**Konstrukteure (Uni/FH)  
Vertriebsingenieure Service  
Service-Techniker  
Trainees**

Die genauen Stellenbeschreibungen und weitere Angebote finden Sie im Internet unter [www.mueller-weingarten.de](http://www.mueller-weingarten.de)

Müller Weingarten AG  
Schussenstraße 11, 88250 Weingarten  
Telefon: +49 751 401-2613 oder -2440,  
Telefax: +49 751 401-2118  
[mail@mwag.de](mailto:mail@mwag.de)

Nach der Erprobung der Anlage im Dauerbetrieb und Ausweitung der gewonnenen Erfahrungen wird eine industrielle Anlage (300 l) gebaut und erprobt. Als erstes Ziel wird ein Nitrat-abbau von 3.500 mg NO<sub>3</sub>/l d angestrebt, während als weitergehendes Ziel eine flexible Strategie zur Prozessführung bei variierenden Konzentrationen der Abwasserinhaltsstoffe unter Einhaltung der vorgeschriebenen Einleitungsgrenzwerte ermittelt werden soll.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel  
Tel.: +49 7531 206-316  
e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

#### **Schadensfallanalysen und Werkstofftechnik**

Neben Schadensfallanalysen an metallischen Bauteilen werden Dienstleistungen auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung und Beratungsleistungen in werkstoffkundlichen Fragen angeboten. Daneben werden Problemstellungen der metallverarbeitenden Industrie in Forschungsaufträgen bearbeitet. Speziell für die stahlverarbeitende Industrie kann auf ein breites Erfahrungspotential zurückgegriffen werden. Es können Korrosionsuntersuchungen und Versuche zum tribologischen Verhalten von Werkstoffen durchgeführt werden.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel  
Tel.: +49 7531 206-316  
e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

#### **Fahrradrahmen mit Spritzgussknotenpunkten**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines neuartigen geklebten Fahrradrahmens, dessen Knotenpunkte aus Kunststoffspritzgussteilen bestehen, in welche Stahlrohre eingeklebt werden. Das Verfahren hat als grundsätzliche Vorteile die kostengünstige Herstellung unterschiedlicher Rahmengrößen, sowie die Optimierung der Transportkosten durch die Verlegung der Rahmenendmontage zum Fahrradhändler. Fertigungstechnische Vorteile sind die Verwendung gerader und senkrecht

zur Rohrachse abgelängter Rohre, die in Knotenpunkte aus Spritzgusskunststoff eingeklebt werden. Die komplizierte Form der Knotenpunkte kann mit größter Prozesssicherheit durch Spritzgießen kostengünstig und in einem Arbeitsgang hergestellt werden. Der Klebevorgang erfordert zwar größere Arbeitshygiene, jedoch eine weit unkompliziertere Füge-technik im Vergleich zu den klassischen Herstellungsverfahren.

Prof. Dr. Peter Kuchar  
Tel.: +49 7531 206-321  
e-Mail: kuchar@fh-konstanz.de

#### **Automatisierte Generierung von 3D-CAD-Modellen**

Auf dem Gebiet der automatisierten Generierung von 3D-CAD-Modellen werden die Möglichkeiten der automatisierten bzw. teilautomatisierten Generierung unter Nutzung verschiedener CAD-Programme erprobt.

Prof. Dr. Peter Kuchar  
Tel.: +49 7531 206-321  
e-Mail: kuchar@fh-konstanz.de

#### **Motorgetriebenes Freizeit-Mobil für Straße, Schnee und Wasser mit Funktionsumbau innerhalb vier Stunden**

Die große Zahl und die unterschiedlichen Einsatzgebiete von Sportgeräten führen zu Entwicklungen, deren Einsetzbarkeit saisonal beschränkt ist. Ziel ist es, ein motorgetriebenes Freizeit-Mobil für Straße, Schnee und Wasser zu entwickeln, welches bei einem geringen Umbaufwand sowohl für den Straßenbetrieb (mit StVZO-Zulassung) als auch für den Betrieb in verschneitem Gelände (z.B. als Zugfahrzeug für Schlitten und Skifahrer) und letztlich auch als Wassersportgerät eingesetzt werden kann.

Prof. Dr. Peter Kuchar  
Tel.: +49 7531 206-321  
e-Mail: kuchar@fh-konstanz.de

#### **Entwicklung, Konstruktion und Betrieb einer modularen Drehimpulswaage zur Bestimmung der Drehimpulsmomente und der Reibungsmomente von gutbeladener Strömung**

Es wird eine modulare Drehimpulswaage zur Untersuchung des geometriebedingten Drehimpulsverlustes in feststoffbeladenen Drehsenkenströmungen entwickelt. Mit Hilfe der Messapparaturen wird an rotations-symmetrischen, schubspannungsrelevanten Teilflächen von Drallströmung bei gutfreier und gutbeladener Fluidströmung in Abhängigkeit von der drallerzeugenden Geometrie, der Gutbeladung, der Partikelgrößenverteilung des Aufgabeguts und dem Fluiddurchsatz unter Berücksichtigung des im Bunker entstehenden Drehimpulsverlustes gemessen. Als wesentliche Einflussgröße auf die Wandreibungsbeiwerte und die natürliche Wirbellänge ist eine geeignete Reynoldszahl anzusehen, weshalb Untersuchungen mit viskosem Fluid durchgeführt werden. Weiteres Ziel ist eine Verbesserung für Drallwäscher.

Prof. Dr.-Ing. Peter Meißner  
Tel.: +49 7531 206-323 / 322  
e-Mail: meissner@fh-konstanz.de

#### **Biodiesel und Sportschifffahrt in der Euregio Bodensee**

Ziel ist eine ingenieurmäßige Arbeitsumgebung auf dem Computer, bei der in Analogie zu den heute gängigen Softwareprodukten insbesondere ingenieur-relevante, nicht standardisierbare Berechnungen, numerische Auswertungen, symbolische Operationen und grafische Darstellungen integriert sind.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner  
Tel.: +49 7531 206-307  
e-Mail: schreiner@fh-konstanz.de

**Wirtschafts- und Sozialwissen  
Preparation of Hungarian Civil  
Servants for E.U. Accession**

Ziel des Projektes ist, ungarische Regierungsmitglieder und Staatsbeamte für den Beitritt Ungarns in die Euro-

päische Union in folgenden Bereichen vorzubereiten: EU-Institutionen, Wirtschafts- und Währungsunion sowie Finanzierung der EU. Die Projektschritte sind folgende: Ermittlung der benötigten Kenntnisse, die Entwicklung von Lehrplänen und Lernmaterialien, Leiten der Ausbildungskurse und Studienreisen zu den EU-Ländern, die Partner des Projektes sind. Mitglieder der Fachhochschule Konstanz sind als Berater in den Bereichen Englisch als Fachsprache, Deutsch als Fachsprache und Interkulturelle Kommunikation beteiligt. Der Koordinator des Projektes ist die University of Economic Sciences and Public Administration, Budapest. Weitere Partner sind das ungarische Innenministerium, das College of Europe, Bruges, Belgium, die German Open University, Hagen und Regierungsvertreter aus Österreich, Großbritannien und aus Schweden.

Prof. Peter Franklin  
Tel.: +49 7531 206-396  
e-Mail: franklin@fh-konstanz.de

### Wertemanagement – Der Faktor Moral in Risikomanagementsystemen

Es werden folgende Fragestellungen untersucht: Auf welchen ökonomischen und organisationstheoretischen Annahmen kann ein Wertemanagement konzeptionell basieren? Wie kann die Erarbeitung von Verhaltensstandards für Unternehmen und die Umsetzung in die gelebte Unternehmenspraxis gelingen? Wie kann ein Wertemanagementsystem in diesem Zusammenhang als ein anwendbares Instrumentarium bzw. als organisationale Anreiz- und Steuerungsstruktur für die Unternehmenspraxis aussehen? Nach welchen intersubjektiv prüfbareren Seriositätskriterien oder Mindeststandards sollte ein Wertemanagementsystem gestaltet werden?


Damit ein solches Wertemanagement branchenübergreifend angewandt werden kann, liegt ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchung auf der Identifizierung generalisierbarer Bestandteile eines wirksamen Wertemanagementsystems.

Prof. Dr. Josef Wieland  
Tel.: +49 7531 206-404  
e-Mail: wieland@fh-konstanz.de

### The economic impact of Objective 1 interventions for the period 2000 - 2006

Within the framework of the multi-annual programme of studies and technical assistance in the field of Regional Policies implemented by the Commission, the Fachhochschule Konstanz undertakes to carry out a study on "The economic impact of Objectives 1 interventions for the period 2000 - 2006".

Prof. Dr. Jörg Beutel  
Tel.: +49 7531 206-251  
e-Mail: beutel@fh-konstanz.de



**Medizintechnik Feinmechanik**

---

**Fortschritt**

- Medizintechnik
- Luft- & Raumfahrt
- Dialysetechnik & Analysesonden

Metallbearbeitung in höchster Qualität, moderne Technik verbunden mit fundiertem Wissen und langer Tradition – das ist RJG STORZ heute. Als mittelständiges Unternehmen sind wir im Auftrag namhafter Firmen mit Erfolg in der Entwicklung und Produktion tätig. Mit einem hochtechnisierten Maschinenpark können wir höchsten Fertigungsstandard bieten.

---

**Innovation**

Projekt Interner Formgedächtnis-Marknagel  
In Kooperation mit der FH Konstanz  
Entwicklung – Prototypen – Klinische Tests –  
OP-Instrumente  
Unsere Entwicklungsabteilung verfügt über eine langjährige Erfahrung in der Entwicklung von medizinischen Instrumenten.

**Wir suchen:** Kooperationspartner für die Einführung am Patienten

---


**Zukunft**

**Wir bieten:** Praxissemester und Diplomarbeiten  
**Fachbereiche:** Maschinenbau, Feinwerktechnik, Medizintechnik

**RJG STORZ** GmbH  
www.rjgstorz.de

Eltastraße 6  
info@rjgstorz.de

78532 Tuttlingen  
Fon : 07461 / 96598-0  
Fax : 07461 / 96598-70



---

Analyse, Konzept, Gestaltung - Design als Strategie

---

Rheingasse 5  
D-78462 Konstanz  
Telefon 07531 18047  
Telefax 07531 18045  
nuber@bbv-design.com  
www.bbv-design.com



# Vorschau

## Motorgetriebenes Freizeit-Mobil

Unter der Bezeichnung "Motorgetriebenes Freizeit-Mobil für Straße, Schnee und Wasser" entwickeln Studenten der FH-Konstanz unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Peter Kuchar und der wissenschaftlichen Mitarbeit von Dipl.-Ing. Catalin Scafaru von unserer Partneruniversität TRANSILVANIA aus Brasov, ein Freizeit-Mobil für unterschiedliche Einsatzgebiete. Im Bild die Wintersportversion.

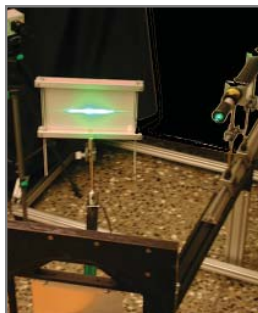


## Hydrostyx-Abflussbremse

Mit der Zielsetzung "Kosteneinsparung" und "Verbesserung des Gewässerschutzes" wurde das Verfahren des "Hydrostyx"-gebremsten Abflusses entwickelt. Die im Rahmen des Verfahrens benutzte neue technische Einrichtung ist die "Hydrostyx-Abflussbremse". Mit der Hydrostyx-Abflussbremse können folgende Ziele erreicht werden:

- Einsparung von Baukosten bei Regenrückhalte- und Regenklärbecken
- Reduzierung der Konfliktpunkte im Kanalnetz, da durch Retention die Abflussspitzen reduziert werden
- Beruhigung der Strömung im Kanal durch den Einstau
- Verbesserungen beim Hochwasserschutz und Gewässerökologie.

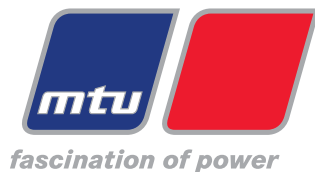
Die Funktionsprüfung der Abflussbremsen werden durch hydraulische Untersuchungen im Wasserbaulabor der Fachhochschule Konstanz und durch die Auswertung der Naturmessungen in der Stadt Stockach durchgeführt. Nur durch diese Untersuchungen ist es möglich, die Auswirkungen des Einsatzes der Abflussbremsen mit allen Konsequenzen nachzuweisen und ausreichende Bemessungsgrundlagen zu schaffen.



## Lichttechnik

**RAIV: schnelle Messung lichttechnischer Materialeigenschaften**

Mit Hilfe der Bildbearbeitung ist es gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, das es erlaubt, die lichttechnischen Eigenschaften von Materialien und Leuchten schnell zu bestimmen. Die erzielte Genauigkeit reicht dabei gut für die meisten lichttechnischen Berechnungen und Simulationen.



# Lust auf Zukunft?

**Praktikant/in - Diplomand/in?  
Junge/r Diplom-Ingenieur/in?**



**Die MTU Friedrichshafen, ein Unternehmen der DaimlerChrysler AG, beschäftigt mehr als 6000 Mitarbeiter und ist weltweit Technologieführer bei Antriebssystemen für Schiffe, Bahnen, Schwerfahrzeuge und dezentrale Energieanlagen. Unser Produktprogramm mit Dieselmotoren von 20 bis 9000 kW, Gasmotoren, Gasturbinen und Brennstoffzellen ist das modernste und umfassendste der Branche.**

Lust auf Zukunft - ist unser Leitmotiv. Die Verbindung von HighTech und Emotion ist unser Schlüssel zum Erfolg. Um unsere Stellung als weltweiter Technologieführer weiter auszubauen, brauchen wir Sie für alle Unternehmensbereiche.

Informieren Sie sich über die vielfältigen Perspektiven, die Ihnen unsere internationale Unternehmensstruktur bietet.

**[www.mtu-online.com](http://www.mtu-online.com)**

Wir freuen uns auf Sie!

**MTU Friedrichshafen GmbH**

Personalservice (PEB), 88040 Friedrichshafen

Es gibt Ideen, die sind so ungeheuerlich, dass niemand an sie glaubt. Aber oft sind es gerade diese Ideen, die später die Welt verändern. Auch wir haben Tag für Tag mit Aufgaben und Projekten zu tun, die unser gesamtes Wissen, aber vor allem unsere Phantasie und Kreativität erfordern. Darum suchen wir immer Leute, die nicht nur ungewöhnlich denken, sondern auch so arbeiten wollen. Ob Sie Elektro- oder Informationstechnik studieren – Sie werden gebraucht. Bewerben Sie sich im Internet: [www.siemens.de/career](http://www.siemens.de/career). Weitere Infos: [gerd.koeck@stg.siemens.de](mailto:gerd.koeck@stg.siemens.de)

Siemens AG · Zweigniederlassung Stuttgart · SCP HSM · Weissacher Straße 11 · 70499 Stuttgart

